

ESTUDIO DEL NIVEL DE SERVICIO DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN,
EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS EN EL AIRN DE ACUERDO A LOS
ESTÁNDARES ESTABLECIDOS POR IATA

CARLOS ENRIQUE CARMONA CAÑAS
NÉSTOR OMAR POLO LEONES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de ingeniero
Industrial

Director:
JAIME ACEVEDO CHEDID
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D.T.Y C.
2013

ESTUDIO DEL NIVEL DE SERVICIO DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN,
EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS EN EL AIRN DE ACUERDO A LOS
ESTÁNDARES ESTABLECIDOS POR IATA

ESTUDIO DEL NIVEL DE SERVICIO DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN,
EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS EN EL AIRN DE ACUERDO A LOS
ESTÁNDARES ESTABLECIDOS POR IATA

CARLOS ENRIQUE CARMONA CAÑAS
NÉSTOR OMAR POLO LEONES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D.T.Y C.
2013

Nota de aceptación:

Firma del jurado.

Firma del jurado.

Cartagena de Indias D. T y C. Febrero del 2013

*A mis abuelos Irma y Carlos, mis padres
Jaime y Rita, a mis hermanos y a mis
familiares y amigos cercanos, por
brindarme su apoyo incondicional durante
el desarrollo de la carrera y servir de
motivación en el transcurso de mi vida.*

Carlos Enrique Carmona Cañas

A Dios, por ser tan especial con mi persona y siempre estar presente en cada paso que di con el objetivo de culminar con satisfacción mi carrera.

A mi Abuela por su ilimitado apoyo, por haberme infundido las ganas de superación en la vida y haber formado una persona en valores.

A mi Esposa por ser esa persona incondicional en los momentos buenos y difíciles de mi vida. A mi Hija por ser esa nueva luz de esperanza que me invita a seguir creciendo como persona y profesional.

A mis hermanos, familiares y amigos que me acompañaron y estuvieron siempre prestos a cuando los necesite.

Néstor Omar Polo Leones

AGRADECIMIENTOS

A Jaime Acevedo Chedid por su orientación en el desarrollo del proyecto, apoyo, confianza y voluntad en la clausura del mismo.

A La Sociedad Aeroportuaria De La Costa por darnos la oportunidad de realizar este estudio que es vital para el desarrollo del aeropuerto y brindarnos el apoyo necesario para realizarlo.

A José Castilla y Carlos Romero, Ingenieros industriales, quienes con la realización de un trabajo anterior, sirvieron de guía para la elaboración de este proyecto.

A todos los profesores del programa de ingeniería industrial y a los de la universidad en general por todos los conocimientos transmitidos durante el desarrollo de la carrera de ingeniería industrial.

A todos los compañeros de programa de ingeniería industrial con los que tuvimos oportunidad de compartir clases y experiencias.

A La universidad tecnológica de bolívar por permitirnos estudiar una carrera profesional por medio del premio a la excelencia y talento Caribe.

CONTENIDO

	PAG.
INTRODUCCIÓN	23
1. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO	25
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	25
1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	27
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	27
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
1.3 REQUERIMIENTOS DE LA SOCIEDAD AEROPORTUARIA DE LA COSTA	29
2. MODELO CONCEPTUAL DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN, EMBARQUE Y LLEGADA EN HORA PICO DE DEMANDA	31
2.1 MODELO CONCEPTUAL DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN	31
2.1.1 MODELO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE FACTURACIÓN COPA	33
2.1.2 MODELO CONCEPTUAL DEL PROCESO FACTURACIÓN AVIANCA	38
2.1.3 MODELO CONCEPTUAL DEL PROCESO FACTURACIÓN SPIRIT	39
2.1.4 MODELO CONCEPTUAL DEL PROCESO FACTURACIÓN DESACOL	41
2.1.5 MODELO CONCEPTUAL DE PROCESO DE FACTURACIÓN LAN	43
2.2. MODELO CONCEPTUAL DE LOS PROCESOS DE EMBARQUE DE PASAJEROS	44
2.2.1 MODELO DE EMBARQUE NACIONAL	44
2.2.2 MODELO CONCEPTUAL DE EMBARQUE INTERNACIONAL	47
2.3 MODELO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE LLEGADA DE PASAJEROS	49
3. PARAMETRIZACION DE LAS LINEAS DE ESPERA DE LOS	52

PROCESOS DE FACTURACIÓN, EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS	
3.1 RECOPIACIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	52
3.2 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LAS FILAS DE ESPERA	55
3.3 VALIDACIÓN DE LOS DATOS.	55
3.4. DATOS DE ENTRADA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN	55
3.4.1 DATOS DE ENTRADA FACTURACIÓN NACIONAL (AVIANCA, LAN Y COPA)	56
3.4.2 DATOS DE ENTRADA FACTURACIÓN COPA-SAN ANDRÉS	56
3.4.3 DATOS DE ENTRADA FACTURACIÓN COPA- PANAMÁ	56
3.4.4 DATOS DE ENTRADA FACTURACIÓN SPIRIT-FORDT L.	57
3.4.5 DATOS DE ENTRADA FACTURACIÓN CHARTER INTERNACIONAL DESACOL.	57
3.5 SOFTWARE UTILIZADO PARA LA CREACIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN	57
4. DIAGNOSTICO DE EL ESTADO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DE LAS ACTIVIDADES DE ESTUDIO ESTABLECIDAS POR IATA	59
4.1 DIAGNOSTICO DE TIEMPOS DE ESPERA EN LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN	60
4.1.1 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN FACTURACIÓN COPA	60
4.1.2 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN FACTURACIÓN AVIANCA	65
4.1.3 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN FACTURACIÓN SPIRIT	67
4.1.4 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN FACTURACIÓN DESACOL	75
4.1.5 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN FACTURACIÓN	77

LAN	
4.2 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DE LOS PROCESOS DE EMBARQUE DE PASAJEROS	80
4.2.1 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN EMBARQUE NACIONAL	80
4.2.2 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN EMBARQUE INTERNACIONAL	82
4.3 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DE EL PROCESO DE LLEGADA DE PASAJEROS	87
5. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE ACCIONES DE MEJORA.	91
5.1 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS PROBADOS EN EL MODELO	91
5.2 RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS DE MEJORA	92
5.2.1 ESCENARIO MODELO FACTURACIÓN COPA	92
5.2.2 ESCENARIO MODELO FACTURACIÓN SPIRIT	93
5.2.3 ESCENARIO MODELO FACTURACIÓN DESACOL	94
5.2.4 ESCENARIO MODELO EMBARQUE INTERNACIONAL	95
5.2.5 ESCENARIO MODELO LLEGADA INTERNACIONAL	96
6. PLAN DE ACCIÓN DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN, EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS QUE NO CUMPLEN CON REQUISITOS DEL NIVEL DE SERVICIO C IATA	97
6.1 OBJETIVO DEL PLAN DE ACCIÓN	97
6.2. PLAN DE ACCIÓN	97
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	105

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Niveles de servicio IATA	25
Tabla 2. Estándares de tiempo de espera en cola (min.)	26
Tabla 3. Clasificación de las actividades analizadas por IATA según los procesos de facturación, embarque y llegada de pasajeros.	29
Tabla 4. Características de línea de espera del proceso de facturación Copa Panamá.	35
Tabla 5. Características de línea de espera del proceso de facturación Copa San Andrés.	36
Tabla 6. Características de línea de espera del proceso de facturación Copa Nacional.	37
Tabla 7. Características de la línea de espera del proceso de facturación Avianca Nacional.	39
Tabla 8. Características de la línea de espera del proceso de facturación Spirit Fort Lauderdale.	41
Tabla 9. Características de la línea de espera del proceso de facturación Desacol Canadá (Charter).	43
Tabla 10. Características de la línea de espera del proceso de facturación LAN Nacional.	44
Tabla 11. Características de la línea de espera del proceso de embarque nacional.	46
Tabla 12. Características de la línea de espera del proceso de embarque internacional.	48
Tabla 13. Características de la línea de espera del proceso de llegada	51

internacional.

Tabla 14. Locaciones con toma de tiempo al inicio y fin.	53
Tabla 15. Tiempos de arribo y pasajeros por arribo.	54
Tabla 16. Tiempos de servicio.	54
Tabla 17. Estándares de tiempos de espera por líneas guía.	59
Tabla 18. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera y número de pasajeros en cola en el proceso de facturación Copa.	63
Tabla 19. Números máximos de pasajeros en cola de en proceso de facturación Copa.	64
Tabla 20. Valor máximo, mínimo y promedio variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Avianca.	66
Tabla 21. Valor máximo, mínimo y promedio variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Spirit.	74
Tabla 22. Valor máximo, mínimo y promedio variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Desacol.	76
Tabla 23. Valor máximo, mínimo y promedio variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación LAN.	79
Tabla 24. Valor máximo, mínimo y promedio variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros filtrados en el proceso de embarque nacional.	81
Tabla 25. Locaciones del proceso embarque internacional.	85
Tabla 26. Valor máximo, mínimo y promedio variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola DAS, número de pasajeros en cola de filtros de seguridad y número de pasajeros filtrados en el proceso de embarque internacional.	86

Tabla 27. Valor máximo, mínimo y promedio variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros filtrados en el proceso de llegada internacional	89
Tabla 28. Porcentajes de operación en el del proceso llegada internacional.	90
Tabla 29. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación COPA mejorado.	92
Tabla 30. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Spirit mejorado.	93
Tabla 31. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Charter mejorado.	94
Tabla 32. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola en DAS y filtros y número de pasajeros registrados y filtrados en el proceso de Embarque Internacional mejorado.	95
Tabla 33. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de Llegada Internacional mejorado.	96
Tabla 34. Plan de acción de mejoras de los procesos de facturación, embarque y llegada de pasajeros.	98

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso de servicio para pasajeros en el AIRN.	32
Figura 2. Modelo conceptual Facturación Copa.	33
Figura 3. Flujograma proceso de Copa-Panamá	34
Figura 4. Flujograma proceso de Copa-San Andrés.	36
Figura 5. Flujograma Proceso Facturación Copa-Avianca-LAN Nacional.	37
Figura 6. Modelo conceptual Facturación Avianca.	38
Figura 7. Modelo conceptual facturación Spirit.	40
Figura 8. Flujograma Proceso Facturación vuelo Spirit Fort Lauderdale.	40
Figura 9. Modelo conceptual Facturación Desacol.	42
Figura 10. Flujograma del proceso Desacol	42
Figura 11. Modelo conceptual del proceso facturación LAN.	43
Figura 12. Modelo conceptual Embarque Nacional.	45
Figura 13. Flujograma proceso de Embarque Nacional	46
Figura 14. Modelo conceptual Embarque internacional.	47
Figura 15. Flujograma proceso de Embarque Internacional.	48
Figura 16. Modelo conceptual Llegada internacional.	50
Figura 17. Flujograma proceso de Llegada Internacional.	50
Figura 18. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Avianca.	61
Figura 19. Cola de exención de impuestos en el proceso de facturación Copa.	62
Figura 20. Colas del proceso de facturación Copa.	63
Figura 21. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Avianca.	66

Figura 22. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Spirit.	68
Figura 23. Porcentaje de ocupación en el proceso de facturación Spirit.	69
Figura 24. Estado de los pasajeros en línea de espera de facturación Spirit.	70
Figura 25. Estado de las colas en el proceso de facturación Spirit.	70
Figura 26. Número de pasajeros vs tiempo en las colas counter y exención de impuesto Spirit.	71
Figura 27. Imagen de la simulación del modelo de Spirit en Promodel.	72
Figura 28. Zona de facturación Spirit y embarque nacional.	73
Figura 29. Zona de facturación de Spirit.	73
Figura 30. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Desacol.	75
Figura 31. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación LAN.	78
Figura 32. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso embarque nacional.	81
Figura 33. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros procesados por el DAS en el proceso embarque internacional.	83
Figura 34. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros procesados por el los filtros de seguridad en el proceso embarque internacional.	85
Figura 35. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros procesados por el DAS en el proceso llegada internacional.	88

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. FORMATO PARA RECOLECCION DE DATOS	105
ANEXO B. MODELO CONCEPTUAL DE MEJORA FACTURACIÓN COPA.	106
ANEXO C. MODELO CONCEPTUAL DE MEJORA FACTURACIÓN SPIRIT.	106
ANEXO D. PARAMETROS DE LOS PROCESOS DE FACTURACION	107
EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS.	

GLOSARIO

AERONAUTICA CIVIL COLOMBIANA: Garantiza el desarrollo ordenado de la aviación civil, de la industria aérea y la utilización segura del espacio aéreo colombiano, facilitando el transporte intermodal y contribuyendo al mejoramiento de la competitividad del país.

AIRN: Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.

CACHEO: Es proceso en donde se hace una requisita manual por parte de la Policía Antinarcóticos a los pasajeros.

COUNTER: Es la estación donde se registran los pasajeros para un vuelo, allí registran su equipaje de bodega y escogen el lugar que van a ocupar en el avión.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE SEGURIDAD: Se encarga de realizar las actividades de emigración e inmigración.

EMIGRACIÓN: es el proceso para oficializar la salida de nuestro país.

EQUIPAJE DE BODEGAJE: Es el equipaje que el pasajero registra en la zona de counter, generalmente maletas grandes, y, es almacenado en bodega del avión.

Equipaje de Mano: es el equipaje que el pasajero lleva consigo, generalmente maletas pequeñas, bolsos o carteras, y, se puede guardar en las gavetas que se encuentran en la parte de arriba de los asientos en el avión.

EXENCIÓN DE IMPUESTOS: Es la estación donde se le informa y certifica por medio de un sello en el pasaporte al pasajero si debe pagar impuestos o no (tasa aeroportuaria), en el caso de que deba de pagar impuestos, también se especifica la cantidad que debe de pagar.

FACTURACIÓN: Es el proceso donde los pasajeros se registran para tomar un vuelo, allí también registran su equipaje o pertenencias que lleve y decide en qué lugar se va a sentar en el avión.

FILTRO DE SEGURIDAD: Es la estación de la sala de espera encargada de detectar elementos y/o sustancias prohibidas para trasportar de un lugar a otro. Estos pueden ser: armas, narcóticos, etc.

HALL: Son zonas del aeropuerto destinadas para el desarrollo de las actividades, allí se encuentran las instalaciones que poseen las aerolíneas para atender a los pasajeros, los locales comerciales y oficinas de otras entidades que funcionan en el aeropuerto.

IATA: (International Air Transport Association), Es la asociación internacional de transporte aéreo que realiza recomendaciones a la industria aeronáutica en general.

INMIGRACIÓN: Es el proceso para oficializar la entrada de a nuestro país.

SACSA: Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.

SALA DE ESPERA: área donde los pasajeros se disponen a la espera para abordar el avión que los llevara a su destino. Corresponde a la última fase del proceso de embarque de los vuelos nacionales e internacionales.

TASA AEROPORTUARIA: Es el pago que deben realizar los pasajeros por la utilización del Terminal aéreo, este valor se le cobra a los pasajeros que viajan con destino internacional.

ZONA DE FACTURACIÓN: es el área destinada para el desarrollo de la actividad de facturación.

INTRODUCCIÓN

Los aeropuertos general mente se dividen en varios subsistemas y hoy en día todo aeropuerto consta de un recinto cerrado destinado para realizar una serie de actividades antes y después de que los pasajeros toman su vuelo, tales como facturación, control de pasaporte, seguridad, reclamo o entrega de equipaje, entre otras, todas estas actividades requieren de un espacio disponible para que los pasajeros puedan sentirse cómodos mientras esperan ser atendidos.

Para optimizar el rendimiento del área de las terminales aeroportuarias se hace necesario tener en cuenta las características propias de cada aeropuerto, como el nivel de flujo de pasajeros, las horas pico de cada día, el número de compañías que operan, entre otras variables, las cuales, determinan el nivel de calidad de servicio del aeropuerto.

En el proceso de determinación de la calidad de servicio de un aeropuerto es necesario tener en cuenta entidades internacionales que regulan y dan recomendaciones acerca de la actividad local, entre estas entidades esta la Asociación Internacional De Transporte Aéreo IATA (por sus siglas en ingles) la cual proporciona estándares para mejorar el rendimiento de los sistemas aeroportuarios.

Es difícil estudiar el comportamiento de los sistemas de los aeropuertos por la gran cantidad de variables que se deben tener en cuenta al momento de analizarlos y el carácter dinámico de estos sistemas, por esta razón, se hace necesario tener bases de teoría de colas y fundamentos de simulación que justifiquen la validez del estudio.

A continuación se presenta el proyecto de grado llamado “Estudio del nivel de servicio de los procesos de facturación, embarque y llegada de pasajeros en el aeropuerto de acuerdo a los estándares establecidos por IATA”, el cual se centra en hacer un análisis de los tiempos de espera y número de pasajeros en cola según

las recomendaciones de IATA en las diferentes actividades de estudio con el fin de determinar y analizar el nivel de servicio en cual se encuentra el Aeropuerto Internación Rafael Núñez.

CAPITULO 1: PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo investigativo estudia el nivel de servicio de los procesos de facturación, embarque y llegada de pasajeros en el aeropuerto internacional Rafael Núñez, teniendo en cuenta los estándares recomendados por la Asociación Internacional de Transporte Aéreo IATA, por siglas en ingles.

La Asociación Internacional de Transporte Aéreo recomienda estándares basados en seis categorías de nivel de servicio clasificadas de la “A” a la “F”, las cuales regulan el desempeño de distintas áreas en términos de confort, condiciones de flujo y demoras. Ver tabla 1.

Tabla 1 Niveles de servicio IATA

NIVEL	Calidad de servicio	Flujo pasajeros	Confort	Retrasos
A	EXCELENTE	Fluido	Excelente	No
B	ALTA	Estable	Alto	Muy pocos
C	BUENA	Estable	Bueno	Aceptables
D	ADECUADA	Inestable	Adecuado	Aceptables (poco tiempo)
E	INADECUADA	Inestable	Inadecuado	Inacceptables
F	INACEPTABLE	Cruzado	Inaceptable	Inacceptables

Fuente: GONZÁLEZ GARCÉS, Jana. Desarrollo práctico sobre software de simulación Witness del proceso de facturación del pasajero en el Aeropuerto de Barcelona.

El Aeropuerto Internacional Rafael Núñez debe cumplir con el nivel de servicio “C” exigido por la aeronáutica civil colombiana. Este nivel de servicio establece que para que la calidad del servicio sea buena, el flujo de pasajeros debe ser estable, el confort bueno y las demoras aceptables. Según IATA, el flujo de pasajeros es estable cuando el número de pasajeros en cola no excede la capacidad de la línea de espera; el confort bueno, se logra brindando al pasajero el espacio suficiente para que se sienta cómodo al movilizarse, es decir, 1.2 metros cuadrados por pasajero; y las demoras son aceptables cuando el tiempo de espera en cola no excede el tiempo máximo determinado para cada actividad. Ver tabla 2.

Tabla 2. Estándares de tiempo de espera en cola (min.)

Actividad	De Corto a Aceptable (Min)	De Aceptable a Largo (Min)
Factura económica	0-12	12-30
Factura ejecutiva	0-3	3-5
Control de pasaporte (salida)	0-7	7-15
Control de pasaporte (llegada)	0-5	5-10
Seguridad	0-3	3-7

Fuente: IATA. Airport Development Reference Manual, Airport capacity.

Como se puede observar en la Figura anterior el tiempo máximo de espera en cola varía de acuerdo con la actividad de estudio.

Para cumplir con el objetivo de la investigación de hacer un análisis del nivel de servicio de las actividades de facturación, control de pasaporte y filtros de seguridad que debe cumplir un pasajero en el interior del aeropuerto Rafael Núñez de la ciudad de Cartagena, con el fin de encontrar las acciones de mejora que permitan dar cumplimiento del nivel de servicio C establecido por IATA, se realizaron los pasos que se describen a continuación.

En la primera parte del estudio se hace la definición del sistema elaborando los mapas conceptuales de los procesos de facturación, embarque y llegada de las aerolíneas Copa, LAN, Avianca, Spirit y Desacol. Luego se recopiló información necesaria para obtener los parámetros estadísticos de las variables aleatorias determinadas con ayuda del paquete estadístico statgraphis. Ver capítulos 2 y 3.

En la segunda parte del estudio se realiza el modelo de simulación verificado y validado con los datos analizados en los dos capítulos anteriores, se ejecutan las corridas de simulación por medio de software Promodel y luego se utilizan los resultados para hacer un diagnóstico de los procesos mencionados anteriormente comparándolos con los estándares con el fin de determinar o verificar el nivel de servicio IATA. Ver capítulo 4.

Luego de realizar el diagnóstico de la situación actual en el AIRN se identifican los procesos susceptibles a mejorar, se evalúan diferentes escenarios para encontrar las acciones de mejora que permitan cumplir con los estándares IATA específicos para cada proceso, luego se propone un plan de acción a ejecutar en el AIRN para lograr el mayor impacto posible con las acciones de mejora más relevantes. Ver capítulo 5 y 6.

1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar un análisis del nivel de servicio de las actividades de facturación, control de pasaporte y filtros de seguridad que debe cumplir un pasajero en el interior del aeropuerto Rafael Núñez de la ciudad de Cartagena, con el fin de encontrar las acciones de mejora que permitan dar cumplimiento del nivel de servicio C establecido por IATA.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Elaborar el modelo conceptual de los diferentes procesos relacionados con las actividades de facturación, Control de pasaporte y filtros de seguridad en las horas pico en el aeropuerto internacional Rafael Núñez.
- ❖ Parametrizar los procesos involucrados con las actividades de facturación, Control de pasaporte y filtros de seguridad en las horas pico en el aeropuerto internacional Rafael Núñez.
- ❖ Diagnosticar el estado actual de tiempos de espera del aeropuerto internacional Rafael Núñez en cada una de las actividades de estudio establecidas por la IATA.
- ❖ Determinar las oportunidades de mejora dentro de los procesos relacionados con las actividades de facturación, control de pasaporte y filtros de seguridad que conlleven a cumplir con el nivel de servicio C establecido por IATA.
- ❖ Evaluar mediante escenarios las diferentes oportunidades de mejoras que se identifiquen en las diferentes actividades en estudio.
- ❖ Proponer las diferentes acciones de mejoras a ejecutar para el cumplimiento de los estándares establecidos por la IATA para Nivel C de servicio.
- ❖ Diseñar un plan de acción para la implementación de las propuestas de mejora a los procesos de facturación, embarque y llegada en el aeropuerto internacional Rafael Núñez.

1.3 REQUERIMIENTOS DE LA SOCIEDAD AEROPORTUARIA DE LA COSTA.

SACSA tiene como visión ser reconocida por los altos niveles de seguridad, servicio y cumplimiento de los estándares aplicables en un marco de desarrollo sostenible, siendo multiplicadores de conocimiento y experiencia en administración de aeropuertos. Los estándares aplicables para examinar el nivel de servicio son los que establece la categoría C de nivel de servicio IATA que exige la aeronáutica civil colombiana para la evaluación y desarrollo de servicios aeroportuarios. Para alcanzar el nivel de servicio deseado SACSA debe analizar procesos del AIRN que tienen relación con las actividades que estudia IATA.

A continuación se presenta la clasificación de los procesos de AIRN de acuerdo con las actividades de estudio de la asociación internacional de transporte aéreo. Ver tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de las actividades analizadas por IATA según los procesos de facturación, embarque y llegada de pasajeros.

Actividad	Proceso de facturación	Proceso de embarque	Proceso de llegada
Facturación económica	SI	NO	NO
Facturación ejecutiva	SI	NO	NO
Control de pasaporte	NO	SI	SI
Seguridad	NO	SI	NO

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la tabla 3, se deben analizar las actividades de facturación económica y ejecutiva, control de pasaporte en la llegada y salida del AIRN y el subproceso de seguridad en el embarque.

La Sociedad Aeroportuaria de la Costa requiere saber que acciones debe tomar para garantizar que las actividades de los procesos mencionados anteriormente cumplan con el estándar de nivel de servicio aplicable.

Para SACSA, experimentar haciendo cambios sobre el aeropuerto internacional Rafael Núñez resulta costoso, por lo que se hace necesario realizar el presente estudio.

Se deberá medir y modelar al menos las siguientes variables asociadas a los procesos y subprocesos, con su respectivo promedio y distribución estadística.

Modelación y simulación de los escenarios que plantee el Mandante. Con la creación del modelo base, se procederá a elaborar escenarios que recojan la optimización de los procesos que se hayan identificado y modelar situaciones que aporten a la visión de mejoramiento continuo.

Parametrizar los modelos contruidos de manera tal que sea posible hacer la simulación de otras situaciones en el futuro, generando así su flexibilidad. Establecer los ahorros de tiempo que generan los escenarios de evaluación, como una medida de beneficios sociales.

Entregar los modelos de simulación contruidos parametrizados en formato del software ProModel, con el objeto de que el Mandante pueda realizar o solicitar cambios posteriores.

CAPITULO 2: MODELO CONCEPTUAL DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN, EMBARQUE Y LLEGADA EN HORA PICO DE DEMANDA.

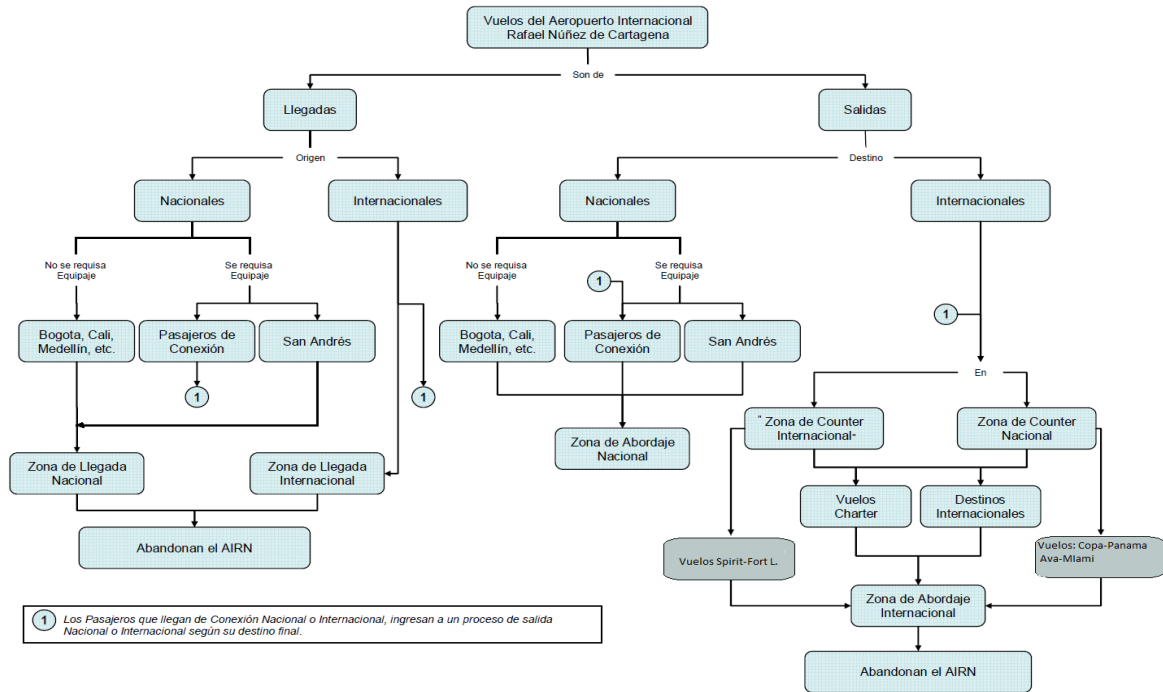
Para realizar un estudio de simulación es necesario conocer el sistema a simular, esto se realiza mediante la elaboración de mapas conceptuales y la información necesaria y suficiente para elaborarlos, incluyendo sus límites y todos los elementos que la componen, así como las interacciones entre estos componentes.

Para el cumplimiento de este requerimiento, durante dos semanas del estudio los ingenieros CASTILLA, José y ROMERO¹, Carlos, recopilaron información de los diferentes actores de los procesos, y se realizaron observaciones al sistema para determinar su comportamiento y metodología de servicio. El resultado de lo anterior permitió la construcción de un mapa conceptual que resume las características de los procesos de atención, y entrega una visión general del Proceso de Servicio a los pasajeros en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez que coincide en un 85% con la operación de los procesos en la actualidad.

En la figura 1, se presenta el mapa conceptual del proceso de servicio a los pasajeros, se identifican cuatro (4) procesos y doce (12) subprocesos, en los cuales puede estar involucrado un pasajero. A continuación se analizarán los modelos conceptuales de los procesos y subprocesos que tienen que ver con el objeto de estudio, es decir los que permitan determinar el nivel de servicio de las actividades que recomienda IATA para ser evaluadas.

¹ CASTILLA, José y ROMERO, Carlos. Análisis de los procesos de cola de embarque y desembarque de pasajeros en el aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena y simulación de escenarios. Proyecto de grado ingeniería industrial. Cartagena de indias D.T. y C. Universidad tecnológica de Bolívar. Facultad de ingeniería. 2007. 170 p.

Figura 1. Proceso de servicio para pasajeros en el AIRN.



Fuente: Tomada de CASTILLA, José y ROMERO, Carlos. Análisis de los procesos de cola de embarque y desembarque de pasajeros en el aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena y simulación de escenarios. (Se pueden observar los cambios realizados en los vuelos a facturar y en la llegada San Andrés que hace el arribo en la zona nacional. Además es válido mencionar que la cantidad de procesos y subprocesos se mantienen de forma general, pero internamente han cambiado de forma considerable).

2.1 MODELO CONCEPTUAL DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN.

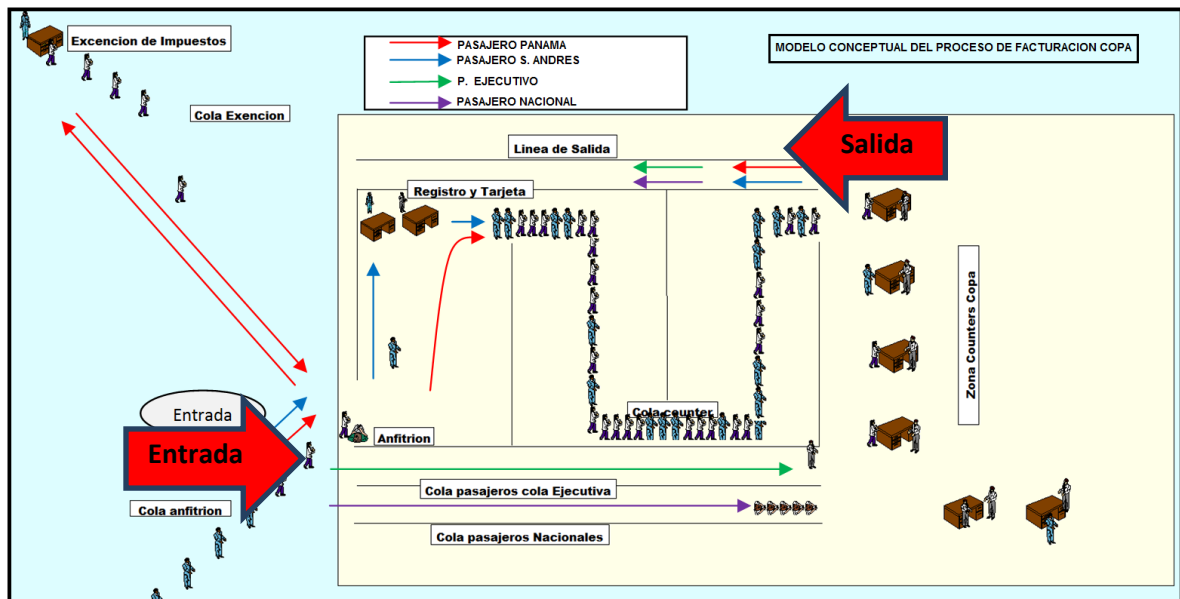
En el proceso de facturación las actividades IATA que son objeto de estudio son facturación económica y facturación ejecutiva de pasajeros, sin embargo por el comportamiento del proceso es necesario analizar actividades anteriores con el fin de definir el modelo lo mejor posible.

Las aerolíneas que realizan el proceso de facturación son Copa, Avianca, Spirit, Desacol y LAN.

2.1.1 Modelo Conceptual del Proceso de Facturación Copa.

Se puede diferenciar el proceso de facturación Copa por medio de los vuelos y sus destinos en facturación Copa-Panamá, facturación Copa-San Andrés y facturación Copa-Nacional debido a que realizan operaciones distintas.

Figura 2. Modelo conceptual Facturación Copa.



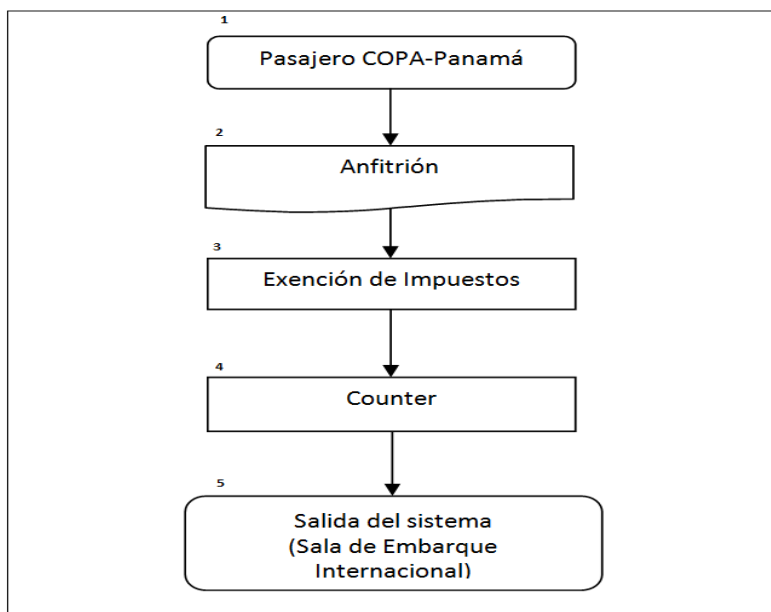
Fuente: Elaboración propia

Los pasajeros entran a la zona de facturación y realizan actividades diferentes según sean sus vuelos, en la figura 2 se muestra el flujo de pasajeros según su destino, a continuación se describe el proceso que realiza cada uno de estos pasajeros.

Facturación vuelo Copa-Panamá: hace referencia a las actividades que realizan los pasajeros que viajaran a Panamá en la aerolínea Copa. Este inicia con la llegada de los pasajeros a las instalaciones del AIRN, específicamente a la zona de facturación de la aerolínea en mención, los pasajeros son recibidos por un anfitrión de la aerolínea que revisa la reserva e indica el proceso a seguir,

seguidamente se realiza la Exención de impuestos donde se entregan las exenciones de pago de impuestos a los pasajeros que vengan por razones turísticas según los requerimientos de ley basado en las causales de exención impuesto de timbre ley 2ª de 1976, y por último la estación de counter donde se verifica la reserva del pasajero, recibe el equipaje de bodega y se entregar el pasabordo con colilla de equipaje facturado. Ver figura 3.

Figura 3. Flujograma proceso de Copa-Panamá



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4, se muestran las características de las colas del proceso de facturación del vuelo Copa-Panamá, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

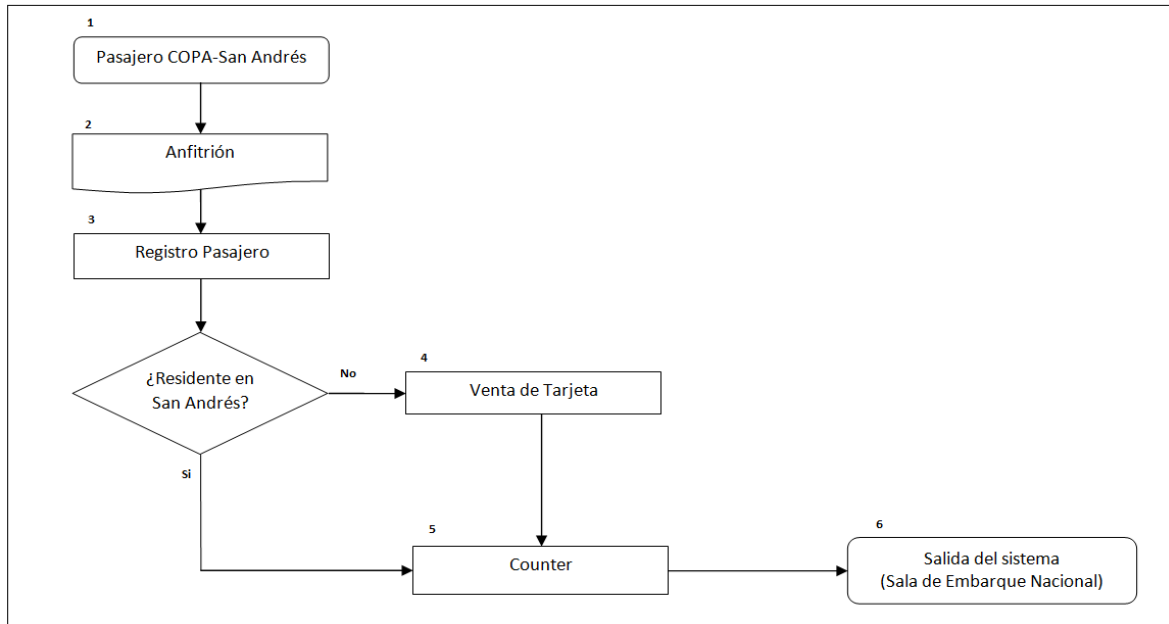
Tabla 4. Características de línea de espera del proceso de facturación Copa-Panamá.

Cola	Disciplina	Capacidad de la cola	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 cola
			1 servidor
Exención	FIFO	Infinita	1 cola
			1 servidor
Counter	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-6)

Fuente: Elaboración propia.

Facturación vuelo Copa-San Andrés: Hace referencia al conjunto de actividades que realizan los pasajeros que viajaran a San Andrés en la aerolínea Copa. Este inicia con la llegada de los pasajeros a las instalaciones del AIRN, específicamente a la zona de facturación de la aerolínea en mención, los pasajeros son recibidos por un anfitrión de la aerolínea que revisa la reserva e indica el proceso a seguir, seguidamente se realiza el registro por parte de la policía Nacional mediante el documento de identidad o pasaporte en el caso de los extranjeros, el paso siguiente es la estación de venta de tarjetas donde el pasajero extranjero compra de la tarjeta de turismo, caso que no aplica para los residentes en San Andrés y por último la estación de counter donde se verifica la reserva del pasajero, se recibe el equipaje de bodega y se entregar el pasabordo con colilla de equipaje facturado. Ver figura 4.

Figura 4. Flujograma proceso de Copa-San Andrés.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5, se muestran las características de las colas de proceso de facturación vuelo Copa-San Andrés, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

Tabla 5. Características de línea de espera del proceso de facturación Copa-San Andrés.

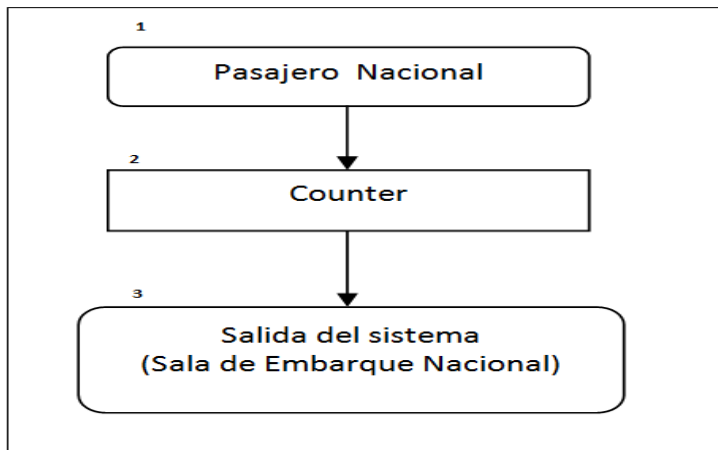
Cola	Disciplina	Capacidad de Cola	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 cola
			1 servidor
Registro pasajero	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-2)
Venta tarjeta	FIFO	Infinita	1 cola
			1 servidor
Counter	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-6)

Fuente: elaboración propia.

Facturación vuelo Copa-Nacional: Conjunto de actividades que realizan los pasajeros que viajaran por Copa a destinos nacionales (No incluye como destino a

San Andrés). Los pasajeros llegan a la fila de check-in y son atendidos en counter donde se verifica la reserva del pasajero, se recibe el equipaje de bodega y se entregan el pasabordo con colilla de equipaje facturado. Ver figura 5.

Figura 5. Flujograma Proceso Facturación Copa, Avianca y LAN Nacional.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, se muestran las características de las colas de proceso de facturación vuelo Copa-Nacional, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

Tabla 6. Características de línea de espera del proceso de facturación Copa-Nacional.

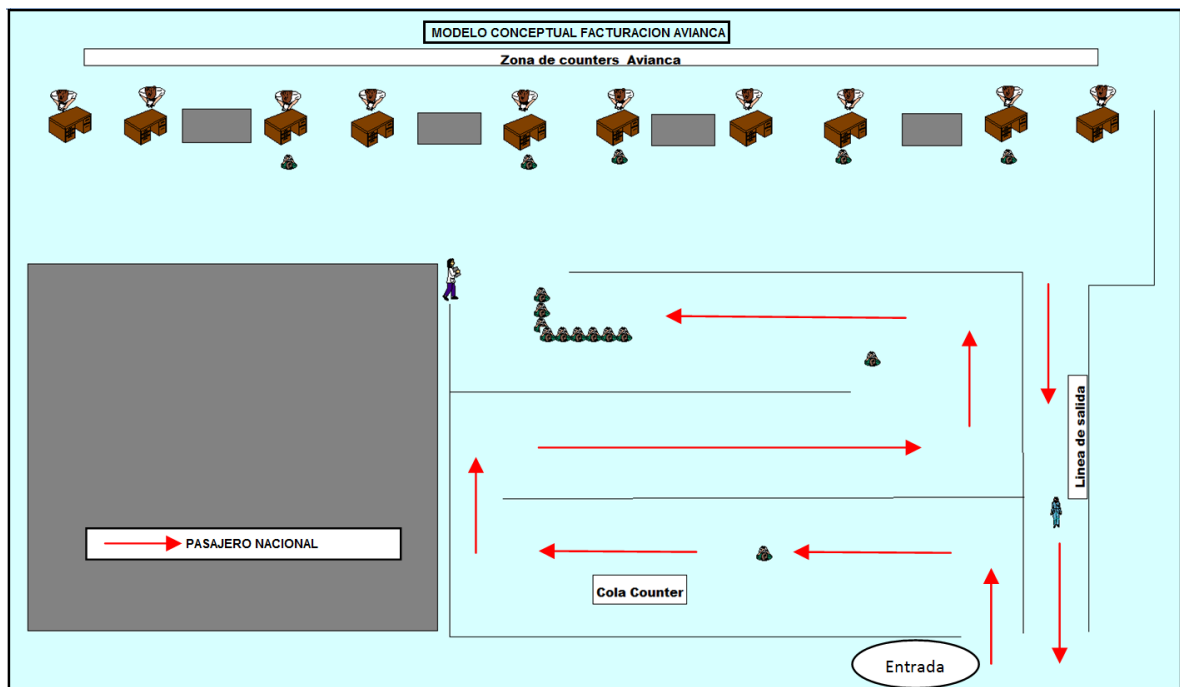
Cola	Disciplina	Capacidad de Cola	Canales de Servicio
Counter	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-6)

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Modelo Conceptual Del Proceso Facturación Avianca

El proceso de facturación de la aerolínea Avianca puede distinguirse en facturación Avianca con destino Miami y facturación Avianca con destino nacional, para propósitos de nuestra investigación se analiza solo el de Avianca-Nacional porque este se ejecuta en las horas que se consideran pico para el proceso de facturación en general.

Figura 6. Modelo conceptual Facturación Avianca.



Fuente: elaboración propia.

Facturación Avianca Nacional: En la figura 6 se puede observar las actividades que realizan los pasajeros que viajaran a destinos nacionales por medio de Avianca como lo indica la flecha amarilla. Este inicia con la llegada de los pasajeros a las instalaciones del AIRN, específicamente a la zona de facturación de la aerolínea en mención, los pasajeros llegan a la fila de check-in y son atendidos en counter donde se verifica la reserva del pasajero, se recibe el

equipaje de bodega y se entregar el pasabordo con colilla de equipaje facturado. Este vuelo realiza las mismas actividades que modelo Copa-Nacional. Ver figura 5.

En la tabla 7, se muestran las características de las colas de proceso de facturación vuelo Avianca-Nacional, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

Tabla 7. Características de la línea de espera del proceso de facturación Avianca-Nacional.

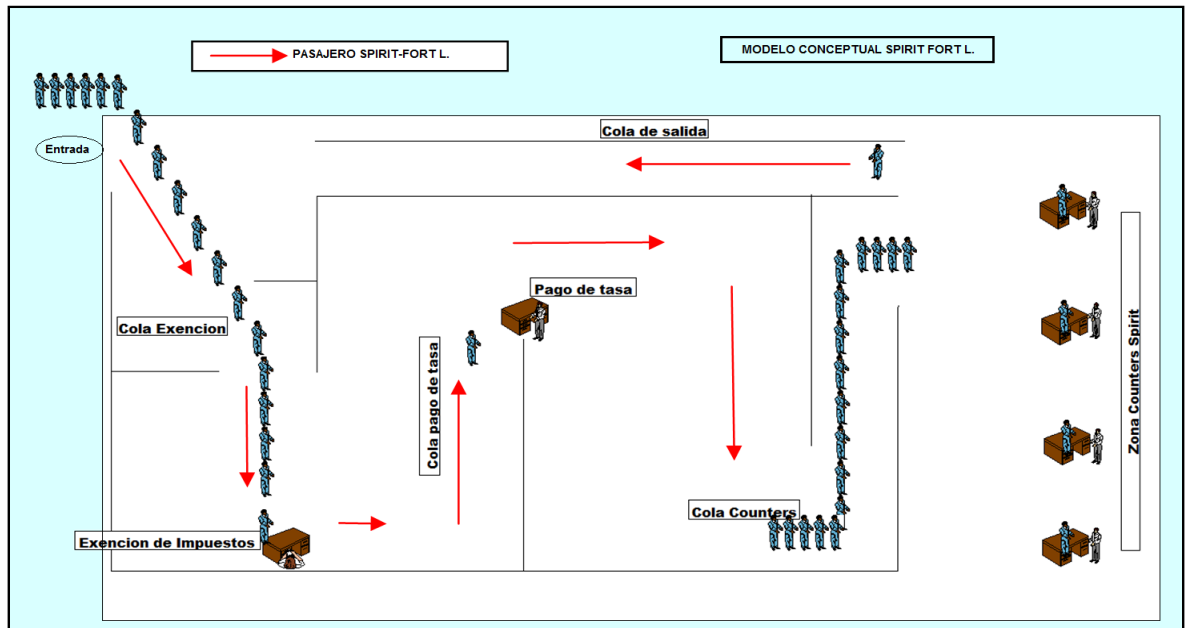
Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Counter	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-10)

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3 Modelo Conceptual Del Proceso Facturación Spirit.

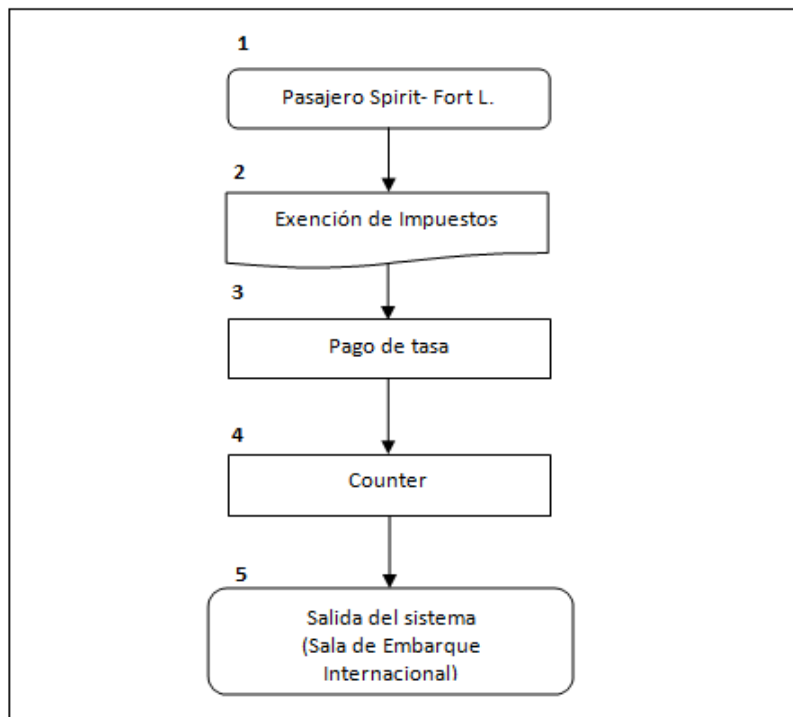
Facturación vuelo Spirit-Fort Lauderdale: se refiere a las actividades que realizan los pasajeros que viajaran a Fort Lauderdale en la aerolínea Spirit. Este inicia con la llegada de los pasajeros a las instalaciones del AIRN, específicamente a la zona de facturación de la aerolínea en mención donde realiza la Exención de impuestos donde se entregar las exenciones de pago de impuestos a los pasajeros que vengan por razones turísticas según los requerimientos de ley basado en las causales de exención impuesto de timbre ley 2ª de 1976, seguido se realiza el Pago de Tasa donde se recauda el valor del uso de las instalaciones del AIRN y por último la estación de counter donde se verifica la reserva del pasajero, recibe el equipaje de bodega y se entregar el pasabordo con colilla de equipaje facturado. En la figura 8 se muestra el mapa conceptual de este proceso y en la figura 7 se puede visualizar el modelo conceptual que muestra el flujo de pasajeros atreves de las estaciones donde se realizan las distintas actividades.

Figura 7. Modelo conceptual facturación Spirit.



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Flujograma Proceso Facturación vuelo Spirit-Fort Lauderdale.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8, se muestran las características de las colas del proceso de facturación vuelo Spirit-Fort Lauderdale, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

Tabla 8. Características de la línea de espera del proceso de facturación Spirit-Fort Lauderdale.

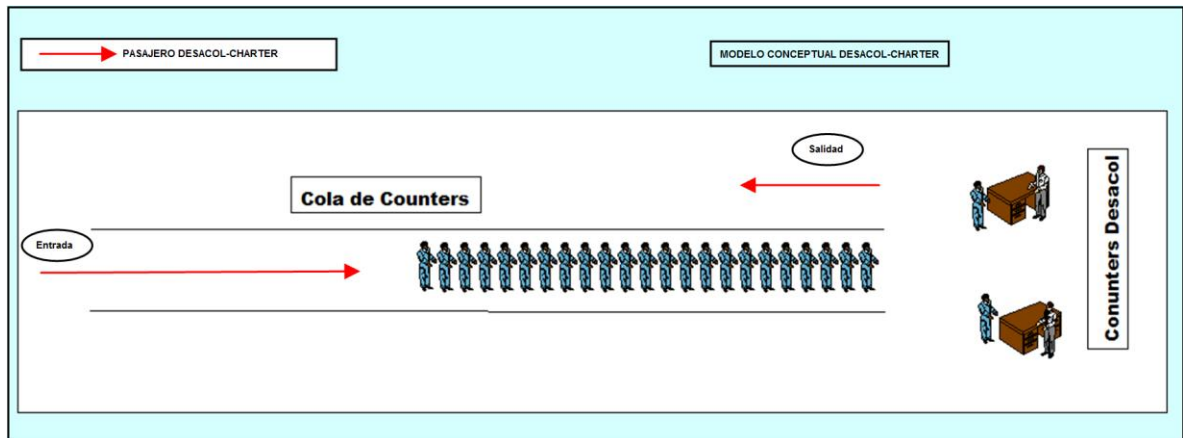
Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Exención	FIFO	Infinita	1 cola
			1 servidor
Pago de Tasa	FIFO	Infinita	1 cola
			1 servidor
Counter	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-4)

Fuente: Elaboración propia.

2.1.4 Modelo Conceptual Del Proceso Facturación Desacol.

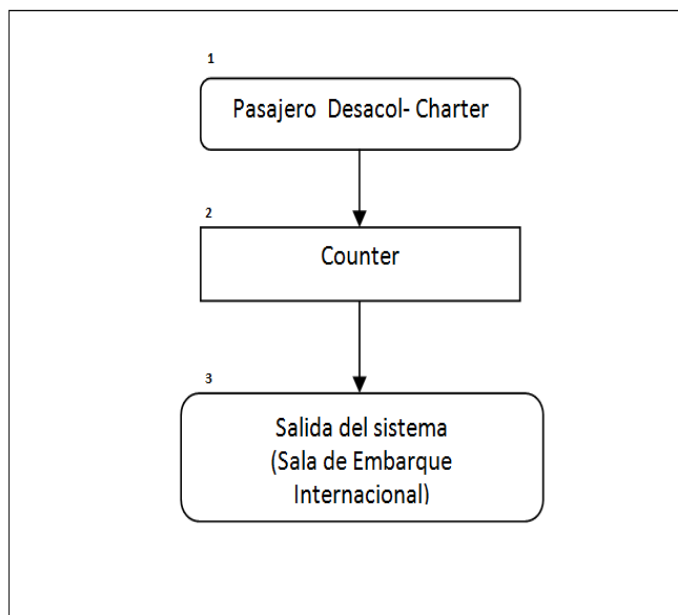
Facturación Desacol Canadá (Charter): En la figura 9 se puede observar el modelo conceptual de actividades que realizan los pasajeros que viajaran a Canadá en la por medio de Desacol. Este inicia con la llegada de los pasajeros a las instalaciones del AIRN, específicamente a la zona de facturación de la aerolínea en mención, los pasajeros llegan a la fila de check-in y son atendidos en counter donde se verifica la reserva del pasajero, se recibe el equipaje de bodega y se entregar el pasabordo con colilla de equipaje facturado. Ver figura 10.

Figura 9. Modelo conceptual Facturación Desacol.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Flujograma del proceso Desacol



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9, se muestran las características de las colas del proceso de facturación vuelo Desacol-Canadá (Charter), teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

Tabla 9. Características de la línea de espera del proceso de facturación Desacol-Canadá (Charter).

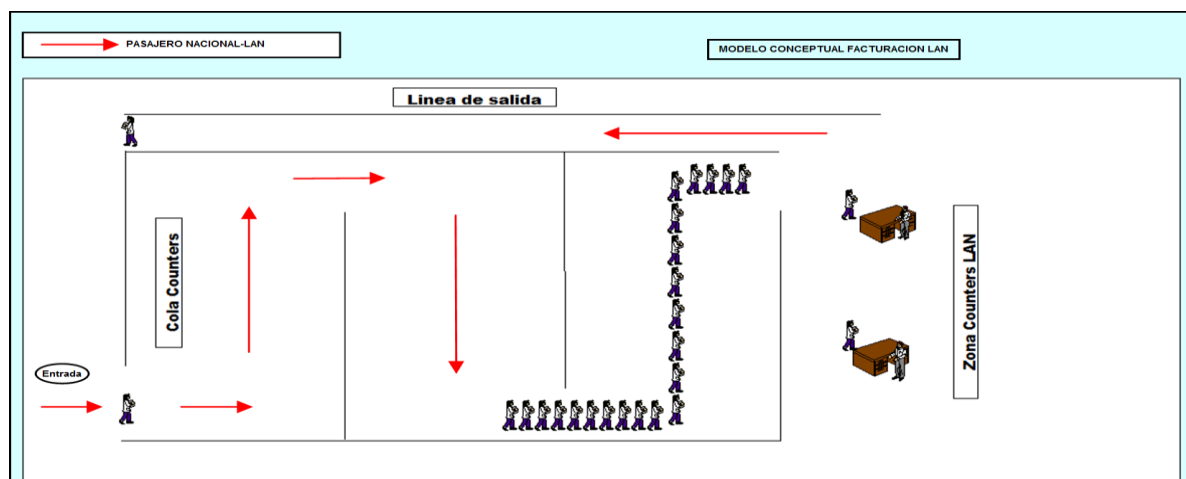
Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Counter	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-2)

Fuente: Elaboración propia.

2.1.5 Modelo conceptual de proceso de facturación LAN.

Facturación LAN-Nacional: Hace referencia a las actividades que realizan los pasajeros que viajaran a destinos nacionales por medio de la aerolínea LAN. Este inicia con la llegada de los pasajeros a las instalaciones del AIRN, específicamente a la zona de facturación de la aerolínea en mención, los pasajeros llegan a la fila de check-in y son atendidos en counter donde se verifica la reserva del pasajero, se recibe el equipaje de bodega y se entregan el pasabordo con colilla de equipaje facturado, luego el pasajero salen por la línea de salida indicada en la figura 11. Este vuelo realiza las mismas actividades que modelo Copa y Avianca nacional ver figura 5.

Figura 11. Modelo conceptual del proceso facturación LAN.



Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 10, se muestran las características de las colas del proceso de facturación vuelo LAN-Nacional, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

Tabla 10. Características de la línea de espera del proceso de facturación LAN-Nacional.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Counter	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-2)

Fuente: Elaboración propia.

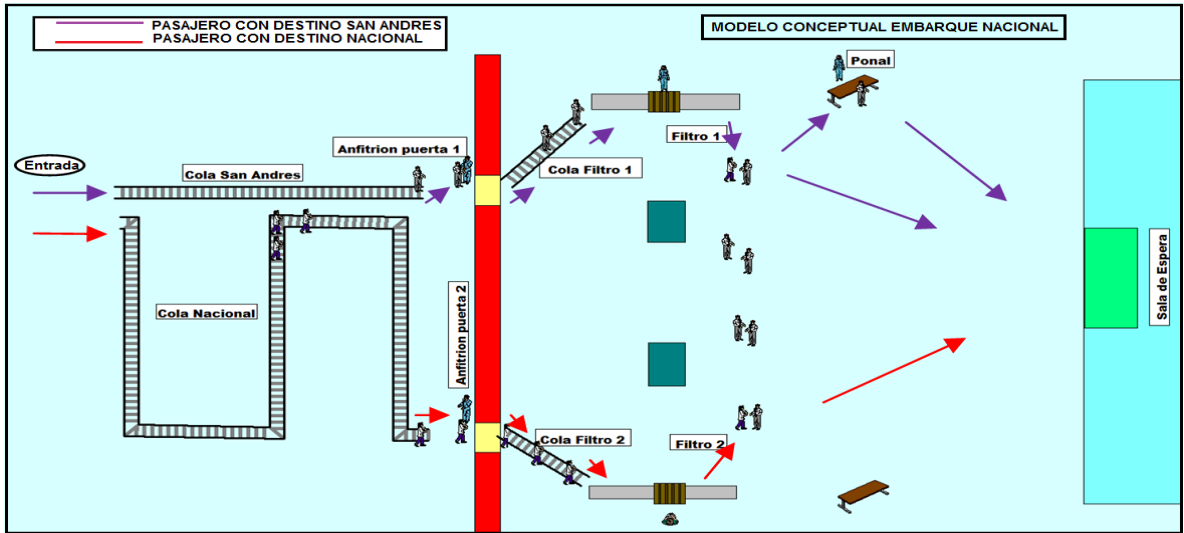
2.2. MODELO CONCEPTUAL DE LOS PROCESOS DE EMBARQUE DE PASAJEROS.

Se llama embarque de pasajeros a una serie de actividades que se realizan para la salida de un pasajero en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez. Este proceso de embarque se puede dividir en embarque nacional haciendo referencia al embarque de pasajeros que viajan con destino nacional y embarque internacional al embarque que realizan los pasajeros que viajan con destino internacional.

2.2.1 Modelo de Embarque Nacional

En el modelo de embarque nacional se forman dos colas antes de llegar a los filtros de seguridad, una cola destinada para los pasajeros con destino San Andrés y otra para pasajeros con destino nacional diferente a San Andrés haciendo de este sistema de embarque dos subsistemas. A continuación se presenta el modelo conceptual y su explicación respectiva. Ver figura 12.

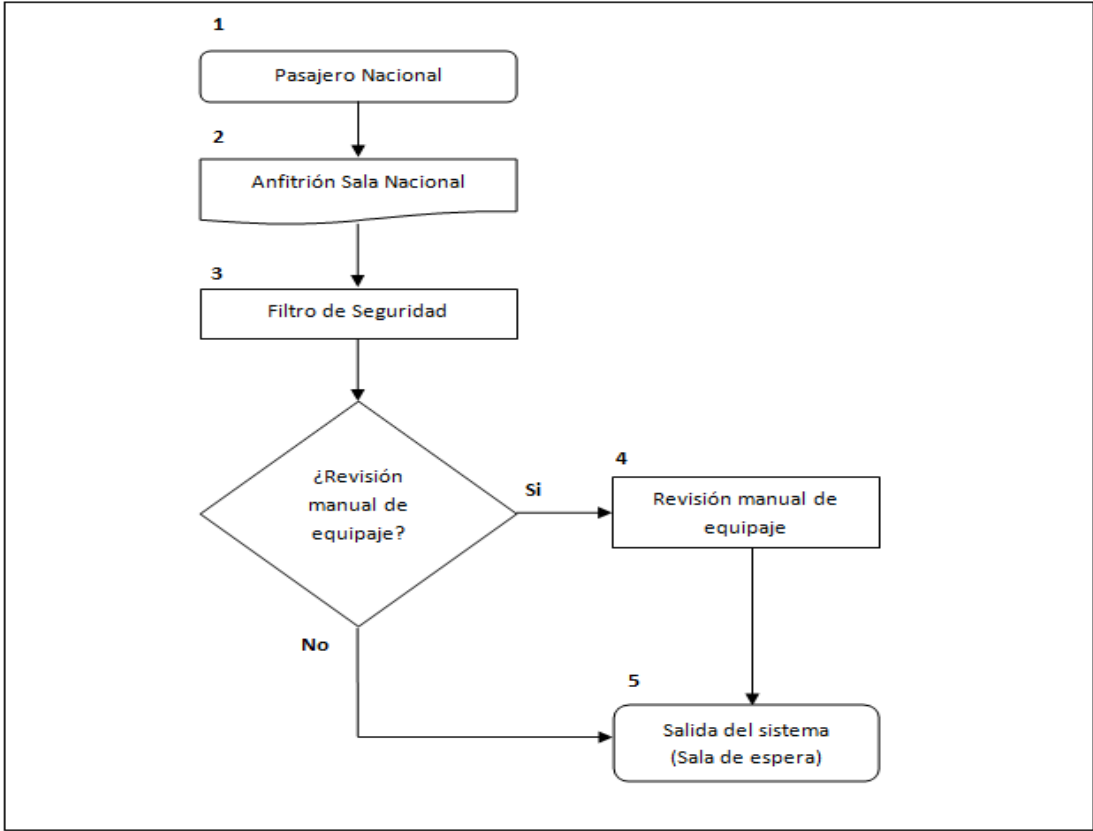
Figura 12. Modelo conceptual Embarque Nacional.



Fuente: Elaboración propia.

Los pasajeros con destino San Andrés y Nacional, al ingresar a la Sala de Abordaje Nacional por la fila de espera destinada para cada destino respectivamente, son recibidos por un anfitrión el cual revisa el pasaje y lo compara con un documento de identificación, seguido se hace una revisión por escáner del equipaje de mano, en el mismo instante el pasajero pasa por un arco de seguridad y un dispositivo para la detección de metales, luego si es necesario se procede a la revisión manual del equipaje. Acto seguido el pasajero llega a la estación de pre abordaje donde es ingresado al sistema de la aerolínea. Como actividad final el pasajero espera la llamada a bordar para desplazarse y subir al avión que lo llevará a su destino. Ver figura 13.

Figura 13. Flujograma proceso de Embarque Nacional



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11, se muestran las características de las colas del proceso de embarque nacional, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

Tabla 11. Características de la línea de espera del proceso de embarque nacional.

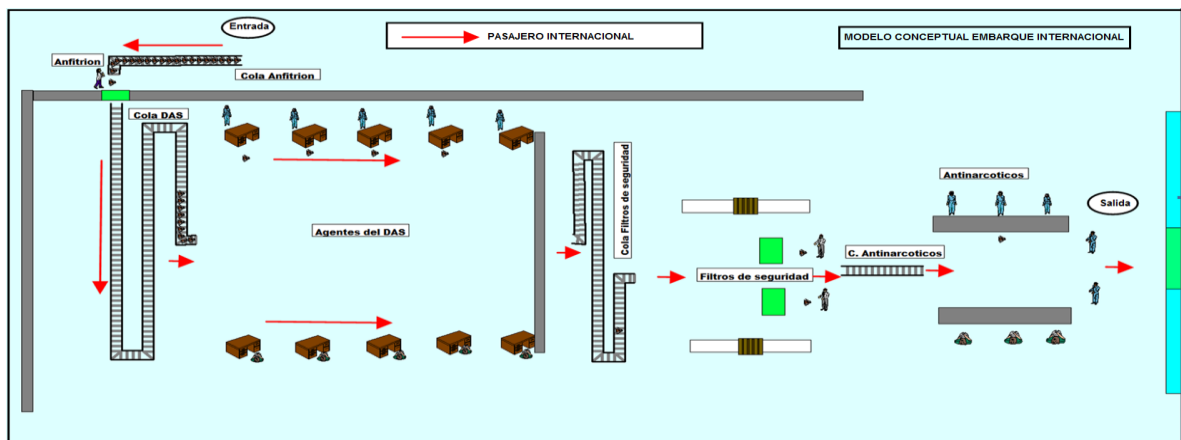
Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	2 colas
			Múltiples servidores (1-2)
Filtro de Seguridad	FIFO	Infinita	2 colas
			Múltiples servidores (1-4)
Ponal	FIFO	Infinita	1 cola
			1 servidor

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Modelo conceptual de Embarque Internacional.

Cuando se habla de embarque internacional se habla de las actividades que deben hacer los pasajeros con destinos internacionales (cabe anotar que no se incluyen a los pasajeros que harán escala aeropuertos nacionales para luego ir al destino internacional). El proceso inicia al terminar el registro del pasajero en *check-in* esta serie de actividades el pasajero puede optar por entrar a la Sala de espera internacional inmediatamente o hacerlo más tarde, pero sin olvidar los tiempos estipulados para el cierre del proceso. Ver figura 14.

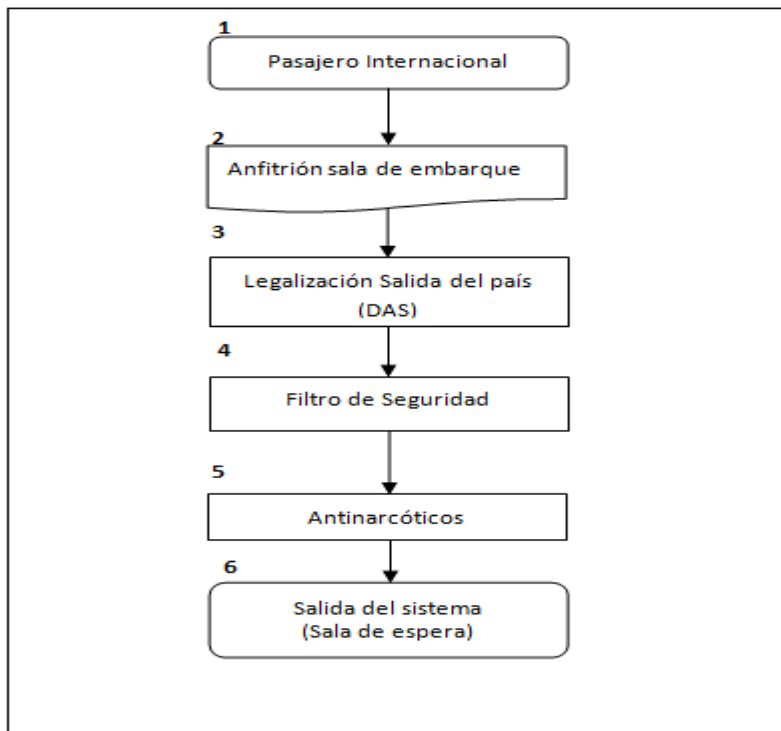
Figura 14. Modelo conceptual Embarque Internacional.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 14 muestra que el pasajero que pasa al embarque Internacional es recibido por un anfitrión de seguridad privada que revisa su documentación, luego los agentes del DAS registran y legalizan la salida del país, seguido su equipaje de mano es revisado con un escáner y el pasajero es revisado por dispositivos para la detección de metales. El paso siguiente es la revisión manual de equipaje de mano y una revisión física rápida del pasajero por parte de la Policía Antinarcóticos en busca de elementos ilícitos, y pasa a esperar la llamada para abordar el avión. Ver figura 15.

Figura 15. Flujograma proceso de Embarque Internacional.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12, se muestran las características de las colas de proceso de embarque internacional, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio.

Tabla 12. Características de la línea de espera del proceso de embarque internacional.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Anfitrión	FIFO	Infinita	1 cola
			1 servidor
Migración (DAS).	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-10)
Filtro de seguridad	FIFO	Infinita	1 cola
			2 servidor
Antinarcóuticos	FIFO	Infinita	1 cola
			Múltiples servidores (1-4)

Fuente: Elaboración propia.

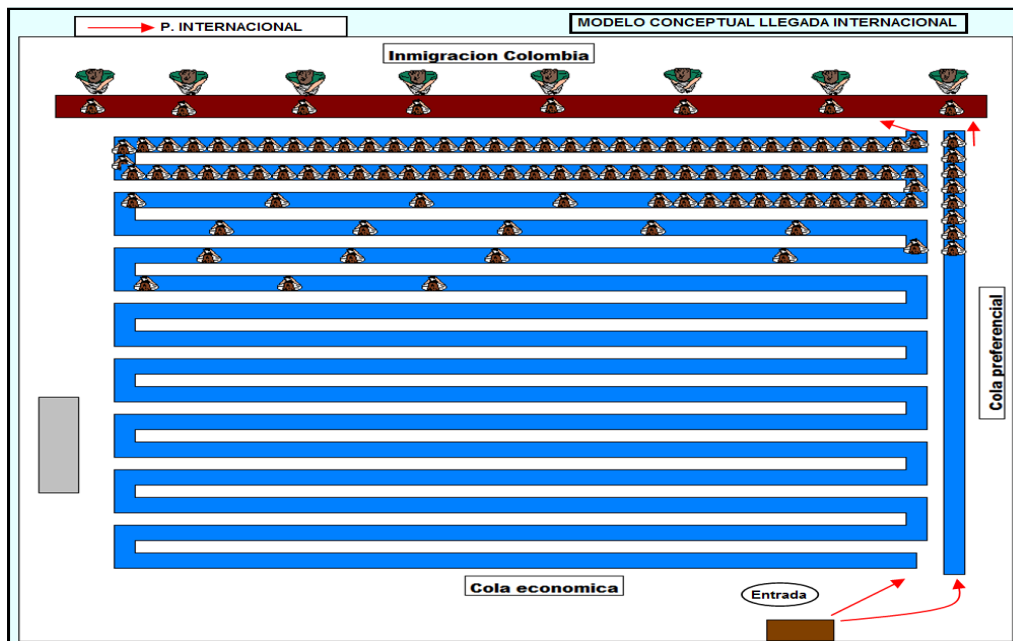
2.3 MODELO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE LLEGADA DE PASAJEROS.

La llegada de pasajeros puede ser de diferentes orígenes la cual se clasifica de origen nacional y de origen internacional. Al proceso de servicio cuando los pasajeros desembarcan se le denomina llegada de pasajeros.

A los pasajeros que llegan al Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de origen nacional no se les realizan operación alguna que tenga que ver con el objeto de estudio.

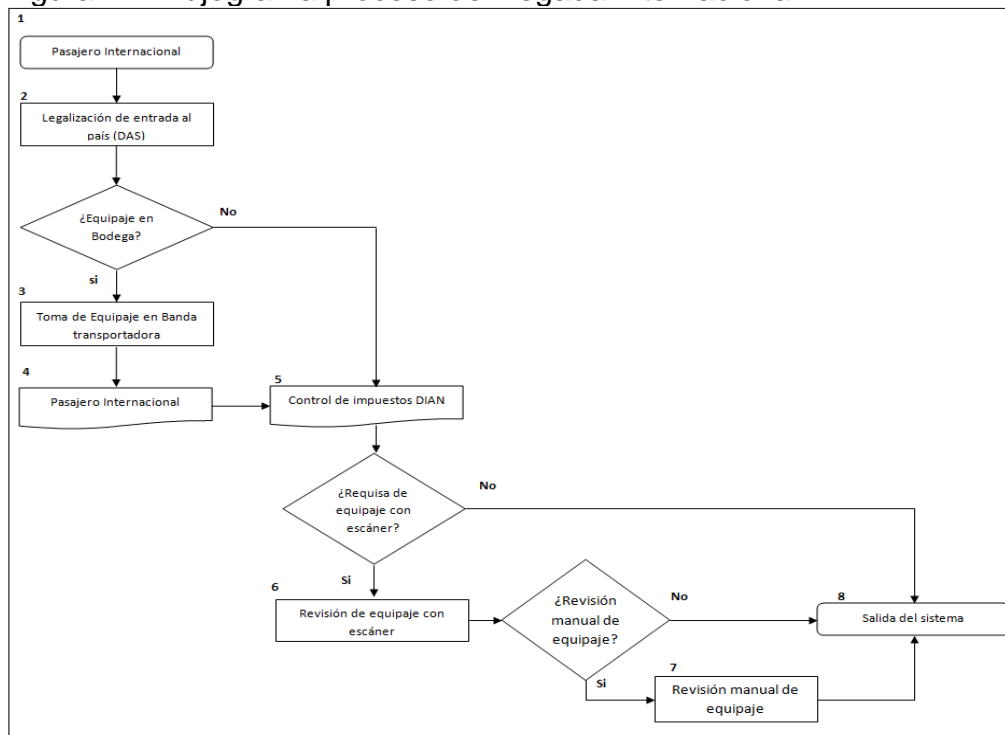
A las actividades que realiza el pasajero que llega al AIRN proveniente de diferentes orígenes internacionales se le denomina llegada internacional. Este inicia con el descenso de los pasajeros del avión e ingresando a las edificaciones por la sala de Llegadas Internacionales, teniendo como primera actividad la legalización de su ingreso al país con las autoridades del DAS, al terminar pasa a recoger su equipaje de la banda transportadora, el cual es chequeado y revisado por diferentes autoridades para determinar la necesidad de una revisión manual o la salida final del sistema. Este proceso no contiene ningún subproceso asociado. Ver figura 16 y 17.

Figura 16. Modelo conceptual Llegada Internacional.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 17. Flujograma proceso de Llegada Internacional.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13, se muestran las características de las colas de proceso de Llegada internacional, teniendo en cuenta la capacidad de la cola, la disciplina de cola y las facilidades de servicio. A continuación se presentan las actividades que se realizan en el proceso de llegada internacional. En este caso como la estación Migración (DAS) no tiene predecesoras solo se analizara su comportamiento para objeto de este estudio.

- Migración (DAS).
- Recolección de Equipaje
- Revisión de Ticket de Equipaje.
- Declaración de Impuestos
- Revisión de Equipaje en Escáner.
- Requisa de Equipaje de Forma Manual.

Tabla 13. Características de la línea de espera del proceso de Llegada Internacional.

Cola	Disciplina	Capacidad Locativa	Canales de Servicio
Migración(DAS)	FIFO	Infinita	2 colas Múltiples servidores (1-8)

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 3. PARAMETRIZACION DE LAS LÍNEAS DE ESPERA DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN, EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS.

3.1 RECOPIACIÓN, PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN.

Descrito el funcionamiento de los procesos en investigación a través de los modelos conceptuales, se procede a recolectar los datos necesarios para hallar los valores de los parámetros representativos de cada uno de los procesos, a continuación se describe la forma como fueron recolectados los datos dentro de las instalaciones del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.

Los datos fueron recolectados una parte por los autores de este trabajo y otra por SACS, Los datos de los tiempos de arribos y de pasajeros por arribo de cada uno de los modelos fueron proporcionados por los autores, tomando muestras de estos tiempos de los diferentes procesos durante dos meses. La metodología utilizada para la toma de los tiempos fue el cronometro sin vuelta a cero, este método que consiste en tomar muestras de tiempos al momento que ocurren los eventos sin reiniciar el reloj o cronometro a cero, después de recolectar los tiempos se halla por medio de operaciones aritméticas los datos que se necesitan para continuar con el análisis, (Ver anexo A Formato para recolección de datos). Por otra parte SACS colocó a disposición la estadística de los tiempos de operación de cada una de las estaciones de servicio tomados con el método descrito anteriormente, calculando el inicio y el fin de los tiempos de servicio de las siguientes locaciones, teniendo en cuenta que se tomo tiempo de inicio, el momento en que un pasajero entra a una locación de servicio, y como fin, el tiempo al momento que sale de dicha locación. Se considera inicio de operación cuando el pasajero se coloca enfrente de la persona o del lugar físico donde se presta el servicio y que termina cuando la persona abandona este lugar. Ver tabla 14.

Tabla 14. Locaciones con toma de tiempo al inicio y fin.

PROCESO	LOCACION
Facturación.	Counter.
Facturación.	Exención de Impuestos.
Facturación.	Pago de Tasa Aeroportuaria.
Facturación.	Venta de tarjeta turística.
Facturación, embarque y llegada.	Anfitrión.
Embarque y llegada.	Emigración
Embarque.	Antinarcóuticos y seguridad
Embarque.	Registro pasajero.

Fuente: Elaboración propia.

Para la toma de tiempos en filtros de seguridad se define que comienza cuando el pasajero coloca sus pertenencias y/o equipaje de mano en la banda de entrada del escáner y termina cuando retira sus pertenencias y/o equipaje de mano en la banda de salida del escáner.

Después de recolectar los datos se hicieron operaciones mediante la digitación de los datos en hojas de cálculo de Microsoft Excel, para obtener los datos de interés, en este caso los datos de los tiempos de arribos, pasajeros por arribo y tiempos de servicio de los diferentes procesos y locaciones. (Ver anexo Datos en Excel en CD adjunto al trabajo).

Para mayor ilustración del procesamiento de los datos se muestra la forma como se calcularon los datos de interés. En las tablas 15 y 16 se muestra ejemplos de datos de tiempo entre arribos, pasajeros por arribos y tiempos de servicio, los cuales fueron calculados como se explica a continuación.

- ❖ Tiempo entre arribos: se calcula restando el tiempo en el reloj de una muestra con el tiempo en el reloj de la muestra inmediatamente anterior.
- ❖ Pasajero por arribo: se hace un registro por cada muestra tomada, es decir, cada vez que se produce un evento.
- ❖ Tiempo de servicio: se resta el tiempo final del inicial.

Tabla 15. Tiempos de arribo y pasajeros por arribo.

Tiempos de arribos y pasajeros por arribo			
Numero de muestra	Reloj	tiempo entre arribos	Personas por arribo
1	00:00:15	-	2
2	00:00:46	00:00:31	3
3	00:01:56	00:01:10	5
4	00:03:17	00:01:21	5
5	00:03:31	00:00:14	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Tiempos de servicio.

Hora	Inicio	Fin	Tiempo de servicio
Exención	00:05:54	00:06:21	00:00:07
Pago de tasa	00:10:03	00:12:58	00:00:44
Counter	00:28:29	00:40:24	00:02:59

Fuente: Elaboración propia.

Luego de procesar los datos en hojas de cálculo se introdujeron el software estadístico statgraphics XVI.I donde se eliminaron los datos erróneos mediante la identificación de datos atípicos en gráficos de dispersión y diagramas de caja y bigote. (Ver anexo Datos en statgraphics en CD adjunto al trabajo).

3.2 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LAS FILAS DE ESPERA

Para estimar el valor de los parámetros de las filas de espera se definieron tres variables aleatorias, la primera es el tiempo entre arribos, la segunda el tiempo de operación o servicio y la tercera el número de pasajeros por arribo de cada uno de los procesos de cola analizados en este trabajo.

Se hicieron pruebas de bondad y ajuste por medio del paquete estadístico statgraphis y se determinó la distribución de probabilidad que más se ajusta a los datos de las variables aleatorias en cada uno de los procesos de estudio en un intervalo de confianza del 95%, en caso de que los datos no coincidieron estadísticamente con una distribución de probabilidad de las que contiene el paquete estadístico se determinó una distribución de probabilidad particular. Luego se estimaron los parámetros de cada distribución y se generaron las gráficas de ajuste. (Ver Anexo D Parámetros de las filas de espera)

3.3 VALIDACION DE LOS DATOS.

Se realizó mediante diferentes visitas realizadas al Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, donde se verificaron los datos y comportamiento de los modelos de simulación en contraste con la realidad de cada proceso. Donde se aprobaron y realizaron algunas observaciones.

3.4. DATOS DE ENTRADA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

En el capítulo 2 se describieron las características de los modelos de colas de facturación, embarque y llegada de pasajeros, estas fueron las entidades, la disciplina de cola, las facilidades de servicio y las locaciones, a continuación se mencionan los tiempos de operación o servicio, los tiempos de arribos y el número de pasajeros por arribo en cada proceso.

3.4.1 Datos de entrada Facturación Nacional (Avianca, LAN y COPA)

Este modelo simula el proceso de Facturación Nacional, no incluye pasajeros destino San Andrés, teniendo en cuenta:

- ❖ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de una hora.
- ❖ Número de pasajeros por arribo.
- ❖ Tiempo de Operación de Counter.

3.4.2 Datos de entrada facturación COPA-San Andrés

Este modelo simula el proceso de Facturación COPA-San Andrés, teniendo en cuenta:

- ❖ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de dos horas.
- ❖ Número de pasajeros por arribo.
- ❖ Tiempo de Operación de anfitrión.
- ❖ Tiempo de Operación de Registro de pasajeros.
- ❖ Tiempo de Operación de Pago de tarjeta turística.
- ❖ Tiempo de Operación de Counter.

3.4.3 Datos de entrada Facturación COPA- PANAMÁ

Este modelo simula el proceso de Facturación COPA-PANAMÁ, teniendo en cuenta:

- ❖ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de dos horas.
- ❖ Número de pasajeros por arribo.
- ❖ Tiempo de Operación de anfitrión.
- ❖ Tiempo de Exención de Impuestos.

- ❖ Tiempo de Operación de Counter.

3.4.4 Datos de entrada Facturación Spirit-Fordt L.

Este modelo simula el proceso de Facturación Spirit-Fordt L., teniendo en cuenta:

- ❖ Tiempo entre Llegada de los pasajeros, definido por un ciclo de de dos horas.
- ❖ Número de pasajeros por arribo.
- ❖ Tiempo de Exención de Impuestos.
- ❖ Tiempo de Operación de Pago de tasa.
- ❖ Tiempo de Operación de Counter.

3.4.5 Datos de entrada Facturación Charter Internacional Desacol.

Para este modelo se eligió evaluar al modelo de Charter de Desacol, debido a que fue el único vuelo Charter que tuvo ocurrencia y fue al que se le hicieron las observaciones. Para este tipo de vuelos las Aerolíneas se ponen de acuerdo con las agencias de viajes y los hoteles para coordinar la llegada de los pasajeros al terminal aéreo. Este modelo tiene en cuenta:

- ❖ Las Llegadas se programan cada 26 minutos, de un número aproximado de 30 pasajeros.
- ❖ Tiempo de Operación Counter.

3.5 SOFTWARE UTILIZADO PARA LA CREACIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN.

Se utilizo el software Promodel para la elaboración de los modelos de simulación en este trabajo puesto que Promodel es un simulador con animación para

computadoras personales que Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, sistemas de colas etc. Promodel es un paquete de simulación que no requiere programación, aunque sí lo permite. Corre en equipos 486 en adelante y utiliza la plataforma Windows®. Tiene la combinación perfecta entre facilidad de uso y flexibilidad para aplicaciones complejas, además, Promodel es uno de los paquetes de simulación más conocidos en el ámbito internacional y ha sido utilizado con éxito por muchas empresas líderes en los mercados internacionales.

Promodel permite definir de manera clara y flexible los elemento de una simulación como lo las entidades, las locaciones, los recursos, los atributos etc., permite hacer interacciones entre cada uno de los componentes del sistemas y permite generar variables para monitorear el comportamiento del comportamiento.

Los modelos de simulación de los procesos de facturación, embarque y llegada, se encuentran disponibles en el Anexo Modelos actuales en el CD adjunto al trabajo.

CAPITULO 4. DIAGNOSTICO DE EL ESTADO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DE LAS ACTIVIDADES DE ESTUDIO ESTABLECIDAS POR IATA.

Las actividades de estudio establecidas por IATA, también denominadas líneas guía en los procesos de facturación, embarque y llegada de pasajeros tienen estándares de tiempo de espera en cola para el nivel de servicio C clasificadas en tiempos de espera cortos a aceptables y tiempos de espera aceptables a largos. En la tabla 17 se muestra los estándares de tiempos de espera en minutos para cada una de las líneas guía.

Tabla 17. Estándares de tiempos de espera por líneas guía.

Actividad	De Corto a Aceptable (Min)	De Aceptable a Largo (Min)
Factura económica	0-12	12-30
Factura ejecutiva	0-3	3-5
Control de pasaporte (salida)	0-7	7-15
Control de pasaporte (llegada)	0-5	5-10
Seguridad	0-3	3-7

Fuente: Airport Development Reference Manual, 9 Ed.²

Como se puede observar las líneas guía que analiza IATA son el su orden facturación económica y ejecutiva, control de pasaporte en embarque y llegada de pasajeros, filtros de seguridad y reclamo de equipaje.

² INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION. Airport Development Reference Manual, 9 Ed.: New York. IATA. 2004. 303 p.

Para realizar el diagnostico de los tiempos de espera se comparan los resultados de los modelos de simulación con los estándares de las líneas guía y se verifica que estos tiempos de espera no superen el máximo.

Adicional a los tiempos de espera en cola, se tienen en cuenta el número de pasajeros en cola para determinar si la capacidad de las líneas de espera es suficiente para que el flujo de pasajeros sea estable, y la el confort bueno, es decir que el número de pasajeros en cola no exceda las capacidades de las colas y provoque apilamientos e incomodidades entre los ocupantes.

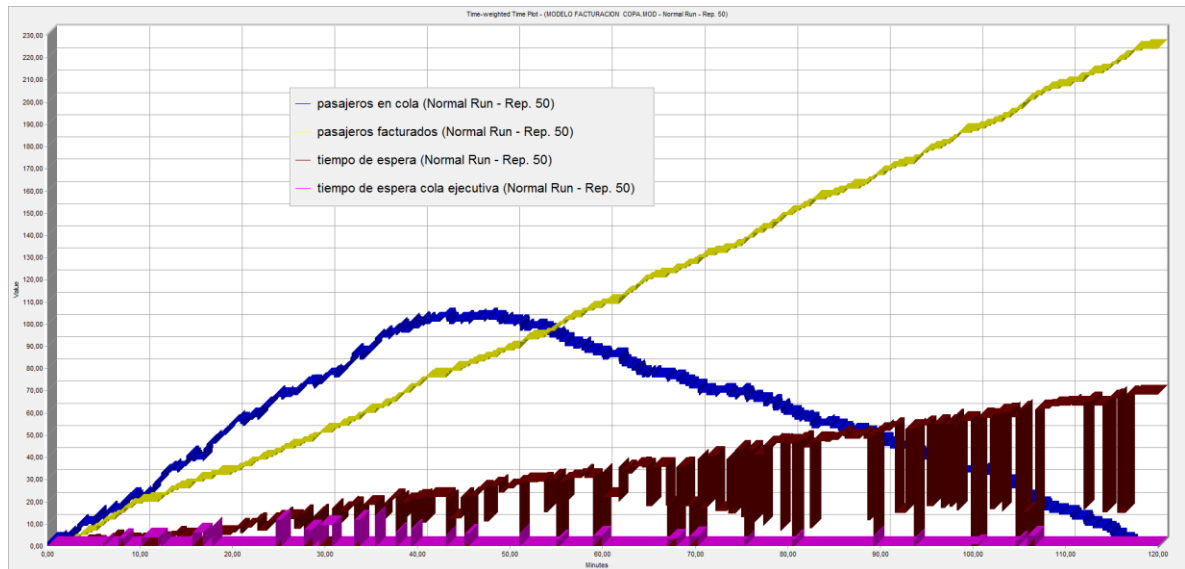
4.1 DIAGNOSTICO DE TIEMPOS DE ESPERA EN LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN.

4.1.1 Diagnostico de los tiempos de espera en facturación Copa.

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de ejecutar el modelo de simulación de Copa en el cual se simularon 50 corridas, el número de pasajeros procesados corresponde a los que la aerolínea Copa transporta en la hora pico en sus vuelos: CMP-7471 a las 10:50 (BOGOTÁ), CMP-7370 a las 13:20 (SAN Andrés) y CMP-0687 a las 13:27 (PANAMÁ), estos dos últimos por ser vuelos internacionales (los vuelos con destino a San Andrés utilizan protocolos de vuelos internacionales) comienza el proceso tres horas antes de la hora estipulada para la salida. Estos vuelos en promedio transportan 79, 94 y 98 pasajeros respectivamente, para un total de 269 pasajeros en promedio.

Para analizar el comportamiento del sistema se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 18.

Figura 18. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Copa.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel. (Series en amarillo, azul, rojo y fucsia para: Pasajeros facturados, No. de pasajeros en cola de espera, Tiempo de espera Económica y Tiempo de espera Ejecutivo, respectivamente).

El comportamiento de la variable tiempo de espera Económica tiene una tendencia creciente con algunas fluctuaciones debido a la facturación de pasajeros con destino nacional que maneja esta aerolínea los cuales llegan directamente a Counter, a su vez el tiempo de espera es proporcional al arribo de pasajeros al sistema, el cual se mantiene durante todo el proceso, esta variable obtiene su máximo valor de 68,27 minutos. La variable de pasajeros en cola obtiene su máximo valor de 103 pasajeros alrededor de los 50 minutos de haber iniciado el proceso, a partir de este instante de tiempo comienza a decrecer el arribo de pasajeros y con ello la cantidad de pasajeros en cola, al finalizar el proceso se han logrado facturar un total de 226 pasajeros. Por lo cual se puede decir que en esta corrida el sistema no es capaz de atender su demanda de hora pico, porque logra

facturar un total de 226 pasajeros con un tiempo de espera de 68,27 minutos, muy por encima del estándar determinado por la IATA la cual establece un tiempo máximo de espera de 30 minutos en hora de demanda máxima. Se puede concluir que el sistema no cumple con el estándar del nivel C IATA.

En contraste con la situación real del sistema es afirmativo puesto que es un proceso que con el pasar de los minutos se congestiona, debido a la falta de capacidad en Counter para entender la demanda. Siendo su mayor problema el arribo de pasajeros al proceso puesto que los pasajeros llegan en grupos de 10, 15 y hasta de 30 pasajeros de seguidos para los vuelos de San Andrés y Panamá. Para mayor información de la situación del proceso de cola de la aerolínea Copa se tomaron una serie de fotografías donde se evidencia la cola que se forma en el subproceso de exención de impuestos y en todo el proceso como tal. Ver figuras 19 y 20. Es válido anotar que la Aerolínea de Copa cuenta con seis locaciones de Counter de las cuales solo están habilitados cuatro y operan a máxima capacidad durante el proceso.

Figura 19. Cola de exención de impuestos en el proceso de facturación Copa.



Fuente: Tomada por los autores del estudio.

Figura 20. Colas del proceso de facturación Copa.



Fuente: Tomada por los autores del estudio.

A continuación se muestran los resultados que género las corridas de Promodel con respecto a las variables tiempo de espera y número de pasajeros en cola en el proceso de facturación Copa. Ver tabla 18 Y 19.

Tabla 18. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera y número de pasajeros en cola en el proceso de facturación Copa.

MODELO FACTURACION COPA (4).MOD (Normal Run - Avg. Reps)			
Name	Minimum Value	Maximum Value	Avg Value
pasajeros en cola	0,00	88,62	43,74
pasajeros facturados	0,00	222,82	118,06
tiempo de espera	0,00	51,63	19,17
tiempo de espera cola ejecutiva	0,00	12,63	0,69

Fuente: Elaboración propia suministrada por el reporte de Promodel.

Tabla 19. Números máximos de pasajeros en cola de en proceso de facturación Copa.

MODELO FACTURACION COPA.MOD (Normal Run - Avg. Reps)		
Name	Avg Contents	Maximum Contents
cola counter SA y panama	32,07	75,26
cola ejecutiva	1,10	4,80
cola nacional	6,06	12,46

Fuente: Elaboración propia suministrada por el reporte de Promodel.

Como se puede observar el tiempo de espera en cola del proceso de facturación Copa no se encuentra entre el rango de tiempo establecido para el nivel de servicio C en la línea guía de factura económica y ejecutiva, puesto que, según las lineaciones de IATA el tiempo de espera en cola debe estar entre el rango de 0 a 30 minutos como máximo para facturación económica y de 0 a 5 minutos para facturación ejecutiva, ver tabla 17. En este proceso un pasajero de clase económica espera máximo 51.63 minutos y un pasajero de clase ejecutiva espera en promedio 0.69 minutos, con un valor máximo de 12.63 minutos. Por cual, se puede decir que la aerolínea Copa no cumple con el estándar de tiempo exigido.

Para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros se considera que el número de pasajeros en cola no debe exceder constantemente la capacidad de la cola, puesto que, si esto ocurre los pasajeros se verían obligados a aglomerarse, tomando espacios pertenecientes a otras aerolíneas y crear congestión en áreas destinadas para el flujo de pasajeros. Según IATA un pasajero estándar toma 1.2 metros cuadrados de área de cola 1.2 de ancho de cola y 1 de largo.

La capacidad de la cola de los vuelos Panamá y San Andrés, acepta un máximo de 52 pasajeros en cola y el número máximo de pasajeros en esta cola es de 75 pasajeros. La capacidad para la cola de los vuelos nacionales es de 12 pasajeros y el número máximo de pasajeros en cola es de aproximadamente 13 pasajeros.

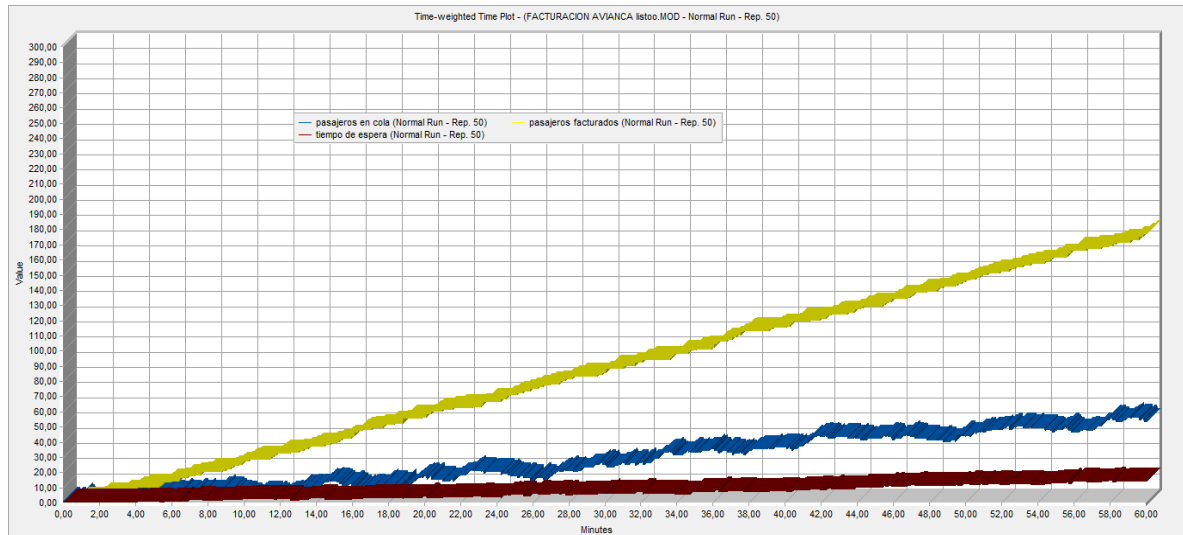
La capacidad para la cola ejecutiva es de 12 pasajeros y el promedio de pasajeros en cola es de 2 y máximo de 5 pasajeros. A la luz de estos datos se puede decir que la aerolínea Copa debe mejorar para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros lo cual no está cumpliendo en este momento en las colas de carácter económica, pero cumple con la cola de carácter ejecutivo.

4.1.2 Diagnostico de los tiempos de espera en facturación Avianca.

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de ejecutar el modelo de simulación de Avianca en el cual se simularon 50 corridas, el número de pasajeros procesados corresponde a los que la aerolínea Avianca transporta en la hora pico en sus tres vuelos: AVA-9793 a las 11:00 am, AVA-9791 a las 11:25 am y AVA-9549 a las 12:00 am. Estos tres vuelos en promedio transportan 300 pasajeros. Para analizar el comportamiento del sistema se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 21.

El comportamiento de la variable tiempo de espera tiene una tendencia creciente la cual es proporcional al arribo de pasajeros al sistema, el cual crece durante todo el proceso, donde la variable de pasajeros en cola obtiene su máximo valor de 31 pasajeros ocasionando el máximo tiempo de espera de 8.99 minutos aproximadamente. A partir de este instante de tiempo comienza a decrecer el arribo de pasajeros y con ello la cantidad de pasajeros en cola, Para tal instante se han logrado facturar un total de 300 pasajeros. Por lo cual se puede decir que en esta corrida el sistema es capaz de atender su demanda de hora pico, porque logra facturar un total de 300 pasajeros con un tiempo de espera máximo de 8.99 minutos aproximadamente, por debajo del estándar determinado por la IATA la cual establece un tiempo máximo de espera de 30 minutos en hora de demanda máxima, se puede concluir que el sistema cumple con el estándar de tiempo del nivel C IATA.

Figura 21. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Avianca.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel. (Series en amarillo, azul y rojo para: Pasajeros facturados, No. de pasajeros en cola de espera y Tiempo de espera, respectivamente).

A continuación se muestran los resultados que género la salida de Promodel con respecto a las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Avianca. Ver tabla 20.

Tabla 20. Valor máximo, mínimo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Avianca.

FACTURACION AVIANCA (1).MOD (Normal Run - Avg. Reps)			
Name	Minimum Value	Maximum Value	Avg Value
pasajeros en cola	0,00	42,64	19,86
pasajeros facturados	0,00	300,00	146,69
tiempo de espera	0,00	11,65	5,52

Fuente: Elaboración propia suministrada por el reporte de Promodel.

Como se puede observar el tiempo de espera en cola del proceso de facturación Avianca se encuentra entre el rango de tiempo establecido para el nivel de servicio C en la línea guía de factura económica, puesto que, según las lineaciones de IATA el tiempo de espera en cola debe estar entre el rango de cero a treinta minutos como máximo, en este proceso un pasajero espera en promedio 5.52 minutos y un máximo tiempo de espera de 11.65 minutos, por cual, cumple con el estándar de tiempo exigido y se puede decir que si se presentan retrasos estos se consideran como aceptables.

Para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros se considera que el número de pasajeros en cola no debe exceder constantemente la capacidad de la cola, puesto que, si esto ocurre los pasajeros se verían obligados a aglomerarse, tomando espacios pertenecientes a otras aerolíneas y crear congestión en áreas destinadas para el flujo de pasajeros. Según IATA un pasajero estándar toma 1.2 metros cuadrados de área de cola 1.2 de ancho de cola y 1 de largo.

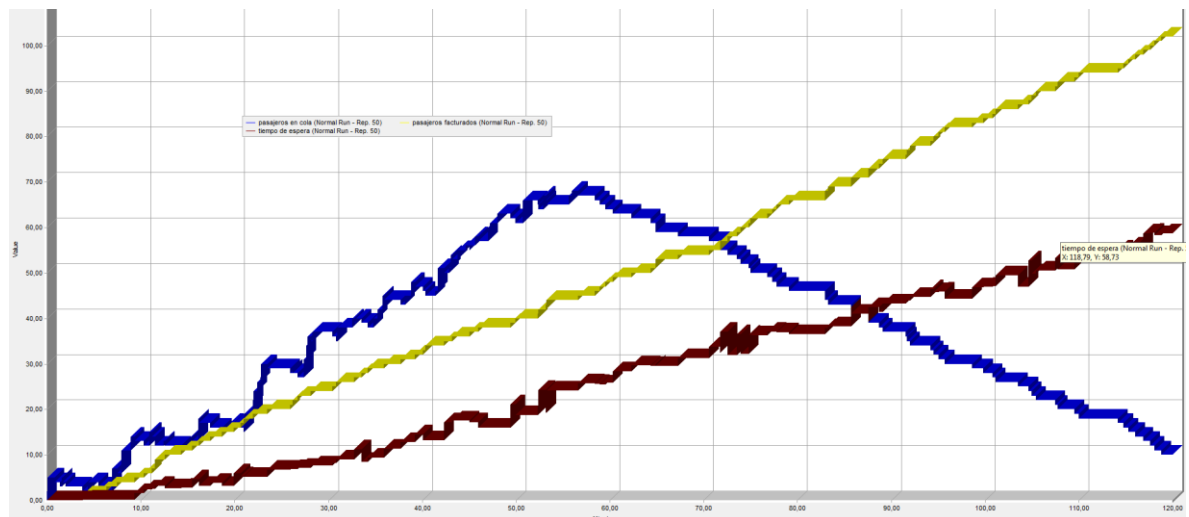
La capacidad de la cola de Avianca acepta un máximo de 52 pasajeros en cola y el número máximo de pasajeros en cola para este proceso es de 42 pasajeros, por lo que se puede decir que la aerolínea cumple con los requerimientos de espacio necesarios para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros.

4.1.3 Diagnostico de los tiempos de espera en facturación Spirit.

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de ejecutar el modelo de simulación de Spirit en el cual se simularon 50 corridas, el número de pasajeros procesados corresponde a los que la aerolínea Spirit transporta en la hora pico en su vuelo: NKS-0946 a las 13:30 pm, por ser un vuelo internacional comienza el proceso tres horas antes de la hora estipulada para la salida. Este vuelo en promedio transporta 122 pasajeros. Para analizar el comportamiento del sistema

se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 22.

Figura 22. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Spirit.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel.

(Series en amarillo, azul y rojo para: Pasajeros facturados, No. de pasajeros en cola de espera y Tiempo de espera, respectivamente).

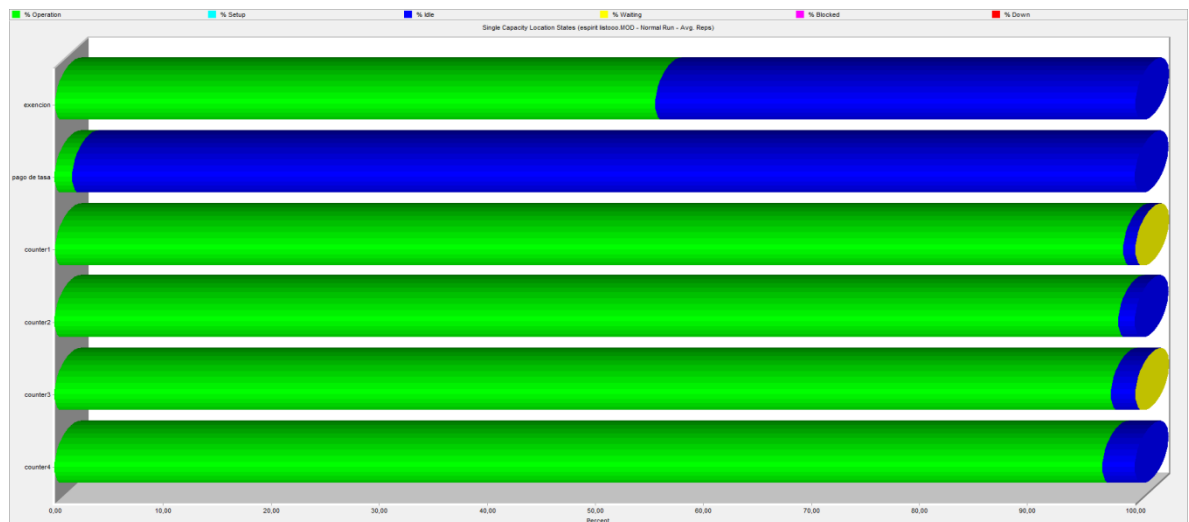
El comportamiento de la variable tiempo de espera tiene una tendencia creciente la cual es proporcional al arribo de pasajeros al sistema, el cual crece durante los primeros 56 minutos de iniciado el proceso, donde la variable de pasajeros en cola obtiene su máximo valor de 68 pasajeros. A partir de este instante de tiempo comienza a decrecer el arribo de pasajeros y con ello la cantidad de pasajeros en cola, ocasionando el máximo tiempo de espera de 58,73 minutos al finalizar el proceso. Para tal instante se han logrado facturar un total de 102 pasajeros. Por lo cual se puede decir que en esta corrida el sistema no es capaz de atender su demanda de hora pico, porque logra facturar un total de 102 pasajeros con un tiempo de espera de 58,73 minutos, muy por encima del estándar determinado por la IATA la cual establece un tiempo máximo de espera de 30 minutos en hora

de demanda máxima, se puede concluir que el sistema no cumple con el estándar del nivel C IATA.

En contraste con la situación real del sistema lo dicho anteriormente es afirmativo puesto que es un proceso que con el pasar de los minutos se congestiona, debido a la falta de capacidad en Counter para entender la demanda. Siendo su mayor problema el arribo de pasajeros al proceso puesto como la aerolínea no reserva puestos, obliga a los pasajeros a llegar desde temprano y de forma muy seguida para asegurar puestos.

La figura 23 muestra las locaciones de exención con una ocupación del 57% mientras pago de tasa muestra una ocupación del 5% y es seguido por las locaciones de Counter con un 98%. Los resultados obtenidos por este modelo indican que las actividades de Counter son las más lentas y provocan la saturación del sistema en cuanto al confort, además aumentan el tiempo de espera del pasajero.

Figura 23. Porcentaje de ocupación de las locaciones del proceso de facturación Spirit.

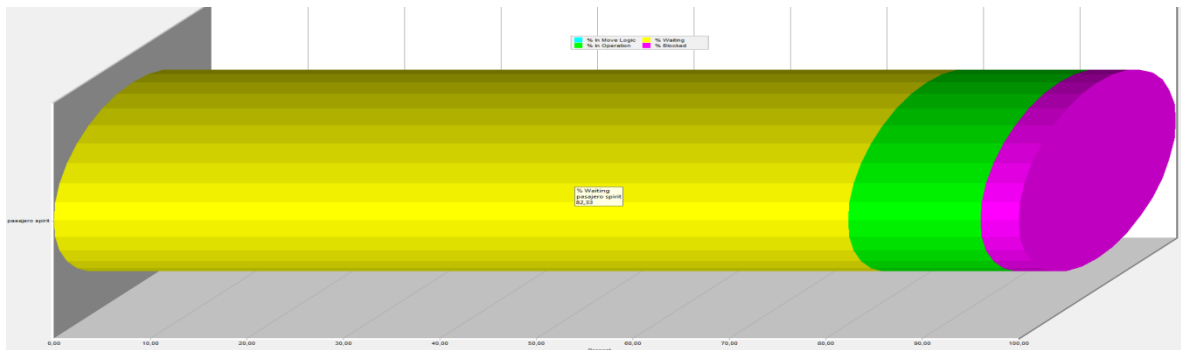


Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel.

Mediante la Figura 24 se puede observar de todo el tiempo que los pasajeros pasan en el proceso de facturación, solo el 15% del tiempo están siendo

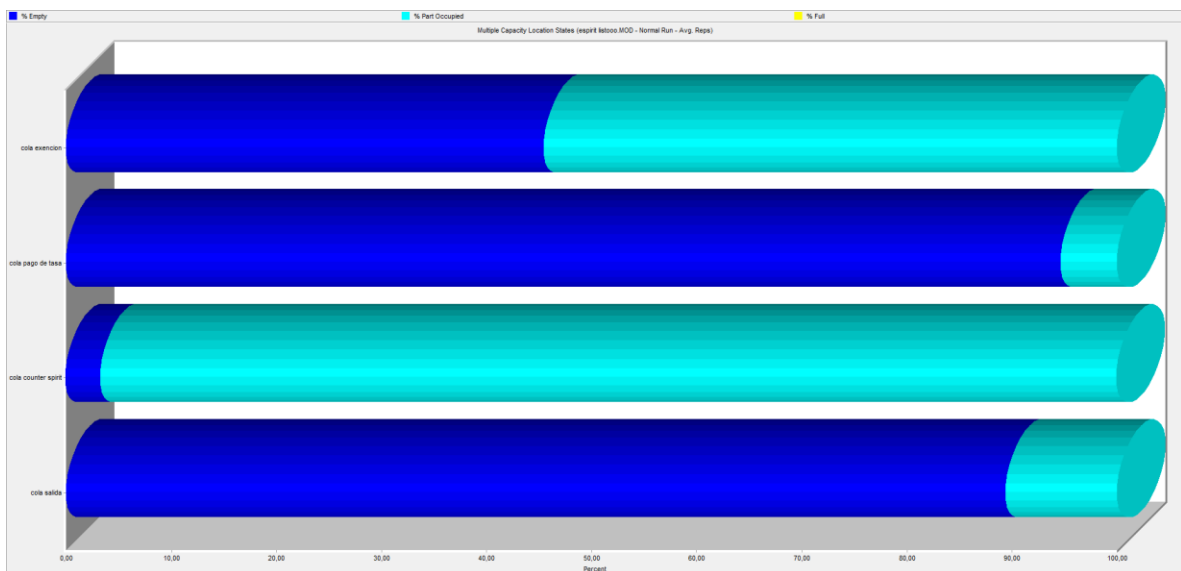
atendidos y el 82,33% lo dedican a esperar, lo cual es muy significativo si se tiene en cuenta el tiempo total en el sistema. El resto de tiempo los pasajeros permanecen bloqueados en el sistema.

Figura 24. Estado de los pasajeros en línea de espera de facturación Spirit.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel.

Figura 25. Estado de las colas en el proceso de facturación Spirit.

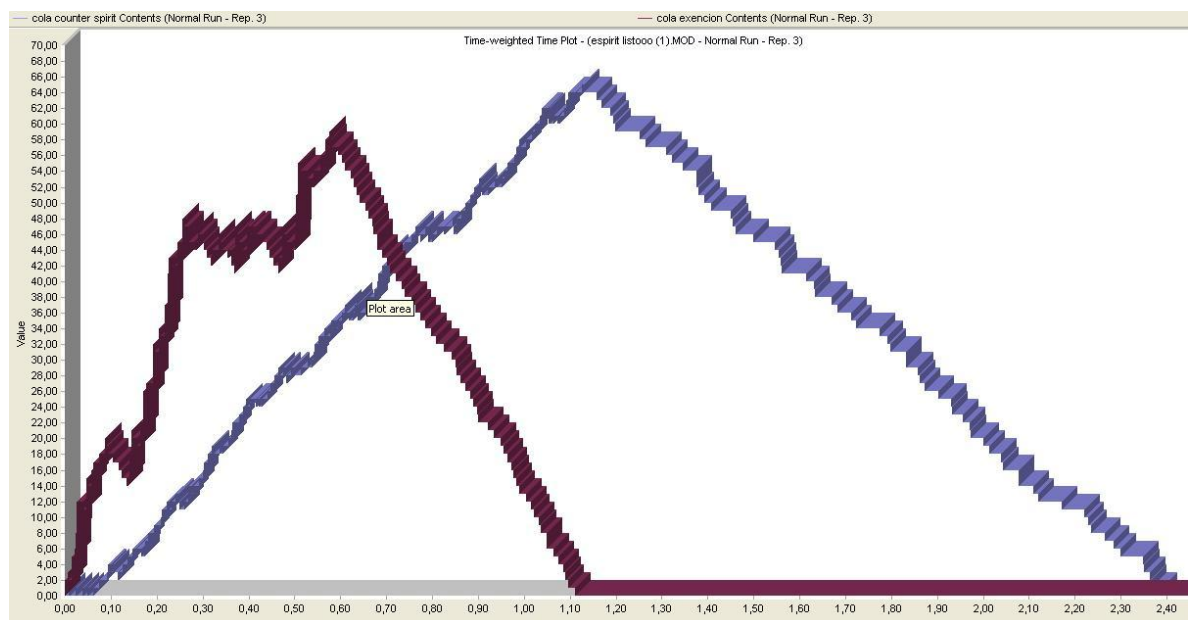


Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel.

Por medio de la Figura 25, se puede observar la saturación en las colas de Counter de 98% debido a la falta de capacidad de Counter para atender la demanda y el rápido flujo de pasajeros atendidos por la locación pago de tasa, la cual es su predecesora. Seguido la cola de Exención, la cual, por recibir tantos pasajeros entre tiempos muy cortos, sufre de igual forma una saturación del sistema que sobre pasa la capacidad de esta locación y el área destina para dicho proceso afectando las áreas vecinas y pasillos principalmente durante los primeros 40 minutos.

Para mejorar el sistema se deberán enfocar los esfuerzos en las actividades de Exención de impuestos y Counter que actualmente son los cuellos de botella que hacen incumplir con el nivel C IATA en confort y tiempos. La figura 26 muestra el número de pasajeros por instante de tiempo mientras llegan a las colas de exención de impuestos y counter Spirit.

Figura 26. Número de pasajeros en tiempo en las colas counter y exención de impuesto Spirit.



En la figura anterior se puede observar el incremento del número de pasajeros a transcurrir el tiempo en cada cola, hasta llegar a tener cerca de 60 y 65 pasajeros en la cola de exención y counter respectivamente excediendo las capacidades de ambas colas.

[illegible]

Esta situación en que se forman colas que superan la capacidad locativa genera congestión en el área de facturación causando interacciones con otros procesos. Tomando una imagen de la corrida de la simulación se hace notar lo dicho anteriormente sobre las colas counter y exención. Ver figura 27. Al contractar la imagen de la simulación con la realidad se puede ver que la aerolínea Spirit no está cumpliendo con lo establecido por IATA. La figura 28 muestra a los pasajeros fuera de la zona de facturación de Spirit y la figura 29 muestra la saturación que hay en estas colas dentro de la zona de facturación.

Figura 28. Zona de facturación Spirit y embarque nacional.



Fuente: Tomada dentro de las instalaciones del AIRN por los autores del estudio.

Figura 29. Zona de facturación de Spirit.



Fuente: Tomada dentro de las instalaciones del AIRN por los autores del estudio.

A continuación se muestran los resultados que género las corridas de Promodel con respecto a las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Spirit. (Ver tabla 21)

Tabla 21. Valor máximo, mínimo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Spirit.

MODELO FACTURACION SPIRIT.MOD (Normal Run - Avg. Reps)			
Name	Minimum Value	Maximum Value	Avg Value
pasajeros en cola	0,00	77,66	43,88
pasajeros facturados	0,00	101,34	48,88
tiempo de espera	0,00	57,42	25,95

Fuente: Elaboración propia suministrada por el reporte de Promodel.

Como se puede observar el tiempo de espera en cola del proceso de facturación Spirit no se encuentra entre el rango de tiempo establecido para el nivel de servicio C en la línea guía de factura económica, puesto que, según las lineaciones de IATA el tiempo de espera en cola debe estar entre el rango de 0 a 30 minutos como máximo, en este proceso un pasajero espera en promedio 25.95 minutos y un máximo tiempo de espera de 57 minutos, por cual, no cumple con el estándar de tiempo exigido.

Para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros se considera que el número de pasajeros en cola no debe exceder constantemente la capacidad de la cola, puesto que, si esto ocurre los pasajeros se verían obligados a aglomerarse, tomando espacios pertenecientes a otras aerolíneas y crear congestión en áreas destinadas para el flujo de pasajeros. Según IATA un pasajero estándar toma 1.2 metros cuadrados de área de cola 1.2 de ancho de cola y 1 de largo.

La capacidad de la cola de Spirit acepta un máximo de 108 pasajeros en cola y el número máximo de pasajeros en cola para este proceso es aproximadamente 78 pasajeros, por lo que se puede decir que la aerolínea Spirit puede cumplir con el estándar, pero, no están utilizando todo el espacio que tienen disponible, por lo

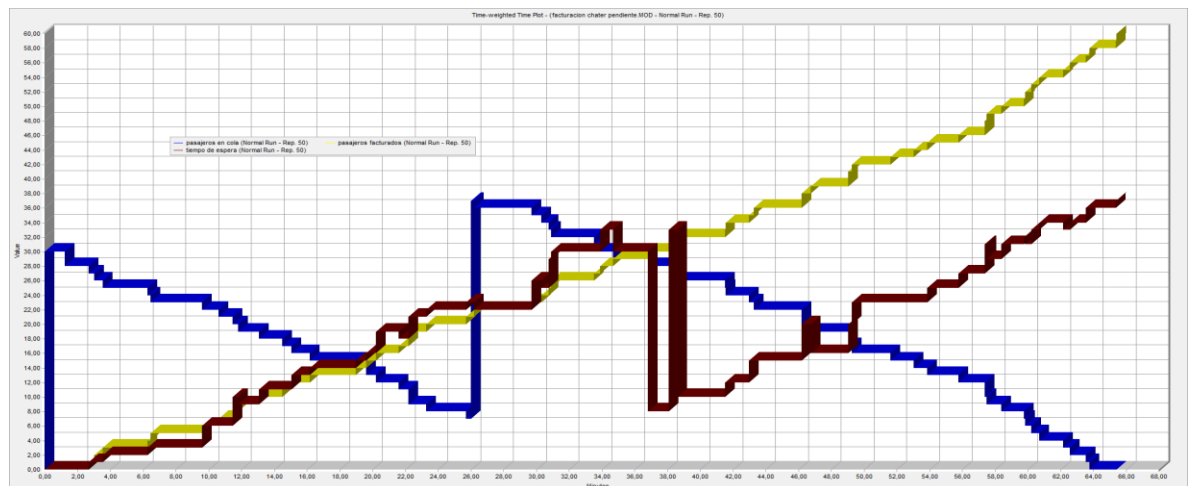
cual, debe mejorar para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros lo cual no está cumpliendo en este momento.

4.1.4 Diagnostico de los tiempos de espera en facturación Desacol.

Es válido anotar que este vuelo el CJA-0899 a las 12:25 a.m. transporta en promedio 141 pasajeros, por ser un vuelo internacional su proceso de facturación comienza tres horas antes. Al momento de ser la hora pico de de demanda máxima han logrado facturar alrededor del 55%.

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de ejecutar el modelo de simulación de Desacol en el cual se simularon 50 corridas, el número de pasajeros procesados corresponde a 60 de los cuales 30 están aproximadamente al inicio del proceso y al transcurrir 26 minutos arriban 30 pasajeros. Para analizar el comportamiento del sistema se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 30.

Figura 30. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Desacol.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel.

(Series en amarillo, azul y rojo para: Pasajeros facturados, No. de pasajeros en cola de espera y Tiempo de espera, respectivamente).

El comportamiento de la variable tiempo de espera durante el inicio del proceso tiene una tendencia creciente hasta alrededor de los 38 minutos luego decae significativamente hasta los ocho minutos. Todo este comportamiento se debe a la forma de cómo arriban los pasajeros al proceso. Se puede evidenciar que las actividades de Counter pueden facturar 26 pasajeros con un tiempo de espera de 30 minutos, pero con el siguiente arribo de pasajeros llega a un máximo valor de 45,48 minutos. Se puede concluir que esta replica el proceso no cumple con el estándar de tiempo de 30 minutos espera establecido por la IATA para el nivel C de servicio puesto que tiene un máximo de 45,48 minutos muy por encima del establecido.

A continuación se muestran los resultados que género las corridas de Promodel con respecto a las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Desacol. Ver tabla 22.

Tabla 22. Valor máximo, mínimo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Desacol.

FACTURACIÓN CHATER.MOD (Normal Run - Avg. Reps)			
Name	Minimum Value	Maximum Value	Avg Value
tiempo de espera	0,00	45,48	21,23
pasajeros en cola	0,00	38,06	18,58
pasajeros facturados	0,00	60,00	28,93

Fuente: Elaboración propia suministrada por el reporte de Promodel.

Como se puede observar el tiempo de espera en cola del proceso de facturación Desacol no se encuentra entre el rango de tiempo establecido para el nivel de servicio C en la línea guía de factura económica, puesto que, según las lineaciones de IATA el tiempo de espera en cola debe estar entre el rango de 0 a

30 minutos como máximo, en este proceso un pasajero espera en promedio 21,13 minutos y un máximo tiempo de espera de 45,48 minutos, por cual, no cumple con el estándar de tiempo exigido.

Para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros se considera que el número de pasajeros en cola no debe exceder constantemente la capacidad de la cola, puesto que, si esto ocurre los pasajeros se verían obligados a aglomerarse, tomando espacios pertenecientes a otras aerolíneas y crear congestión en áreas destinadas para el flujo de pasajeros. Según IATA un pasajero estándar toma 1.2 metros cuadrados de área de cola 1.2 de ancho de cola y 1 de largo.

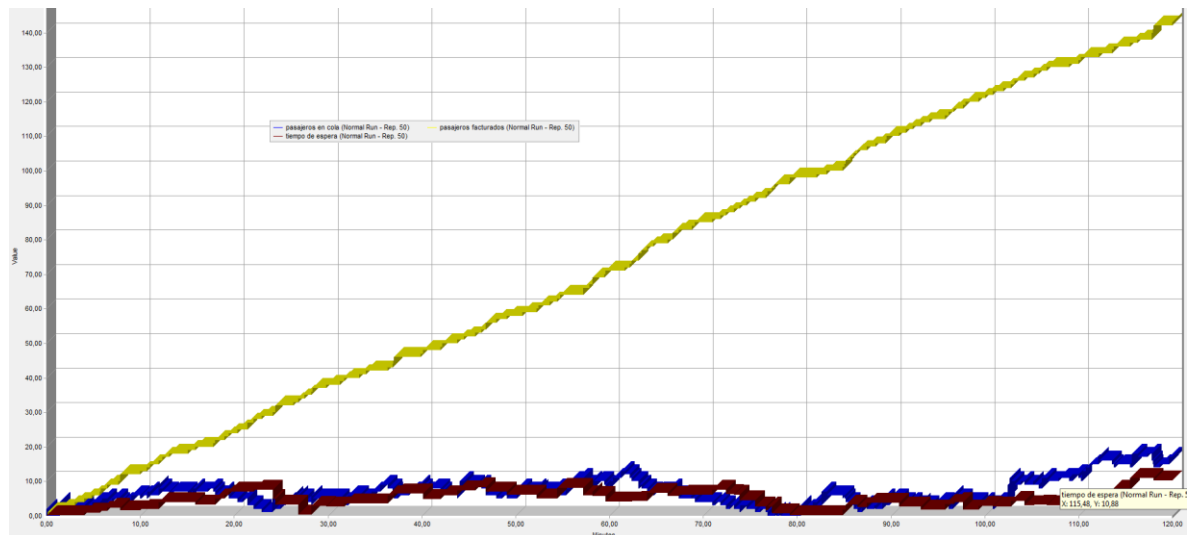
La capacidad de la cola de la aerolínea Desacol acepta un máximo de 50 pasajeros en cola y el número máximo de pasajeros en cola para este proceso es de 38 por lo que se puede decir que la aerolínea Desacol cumple con los requerimientos de espacio para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros.

4.1.5 Diagnostico de los tiempos de espera en facturación LAN.

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de ejecutar el modelo de simulación de LAN en el cual se simularon 50 corridas, el número de pasajeros procesados corresponde a los que la aerolínea LAN transporta en la hora pico en su vuelo LAN-3093 a las 11:35 a.m. Este vuelo en promedio transporta 120 pasajeros.

Para analizar el comportamiento del sistema se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 31.

Figura 31. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación LAN.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel. (Series en amarillo, azul y rojo para: Pasajeros facturados, No. de pasajeros en cola de espera y Tiempo de espera, respectivamente).

El comportamiento de la variable tiempo de espera trata de buscar una tendencia lineal la cual se ve afectada por la variabilidad de arribos de pasajeros al sistema, en el cual se pueden apreciar incrementos en los primeros minutos del 10 al 20, entre los minutos del 40 al 50 y por ultimo entre los minutos 100 y 120, donde la variable de pasajeros en el sistema obtiene su máximo valor de 18 pasajeros ocasionando el máximo tiempo de espera de 10,88 minutos. Para tal instante se han logrado facturar un total de 140 pasajeros. Por lo cual se puede decir que en esta corrida el sistema es capaz de atender su demanda de hora pico, puesto que logra facturar 145 pasajeros aproximadamente con un tiempo de espera máximo de 10,88 minutos por debajo del estándar determinado por la IATA que establece un tiempo máximo de espera de 30 minutos en hora de demanda máxima, se puede concluir que el sistema cumple con el estándar del nivel C IATA.

A continuación se muestran los resultados que género la salida de Promodel con respecto a las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación LAN. Ver tabla 23.

Tabla 23. Valor máximo, mínimo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación LAN.

MODELO FACTUEACION LAN.MOD (Normal Run - Avg. Reps)			
Name	Maximum Value	Current Value	Avg Value
tiempo de espera	16,70	13,84	7,36
pasajeros en cola	23,84	19,92	10,84
pasajeros facturados	139,88	139,88	68,86

Fuente: Elaboración propia suministrada por el reporte de Promodel.

Como se puede observar el tiempo de espera en cola del proceso de facturación LAN se encuentra entre el rango de tiempo establecido para el nivel de servicio C en la línea guía de factura económica, puesto que, según las lineaciones de IATA el tiempo de espera en cola debe estar entre el rango de 0 a 30 minutos como máximo, en este proceso un pasajero espera en promedio 7,36 minutos y un máximo tiempo de espera de 16,70 minutos, por cual, cumple con el estándar de tiempo exigido y se puede decir que si se presentan retrasos estos se consideran como aceptables.

Para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros se considera que el número de pasajeros en cola no debe exceder constantemente la capacidad de la cola, puesto que, si esto ocurre los pasajeros se verían obligados a aglomerarse, tomando espacios pertenecientes a otras aerolíneas y crear congestión en áreas destinadas para el flujo de pasajeros. Según IATA un pasajero estándar toma 1.2 metros cuadrados de área de cola 1.2 de ancho de cola y 1 de largo.

La capacidad de la cola de la aerolínea acepta un máximo de 20 A 26 pasajeros en cola y el promedio de pasajeros en cola para este proceso es de aproximadamente 11 pasajeros y máximo de 24 pasajeros, por lo que se puede decir que la aerolínea LAN cumple con los requerimientos de espacio para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros.

4.2 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DE LOS PROCESOS DE EMBARQUE DE PASAJEROS

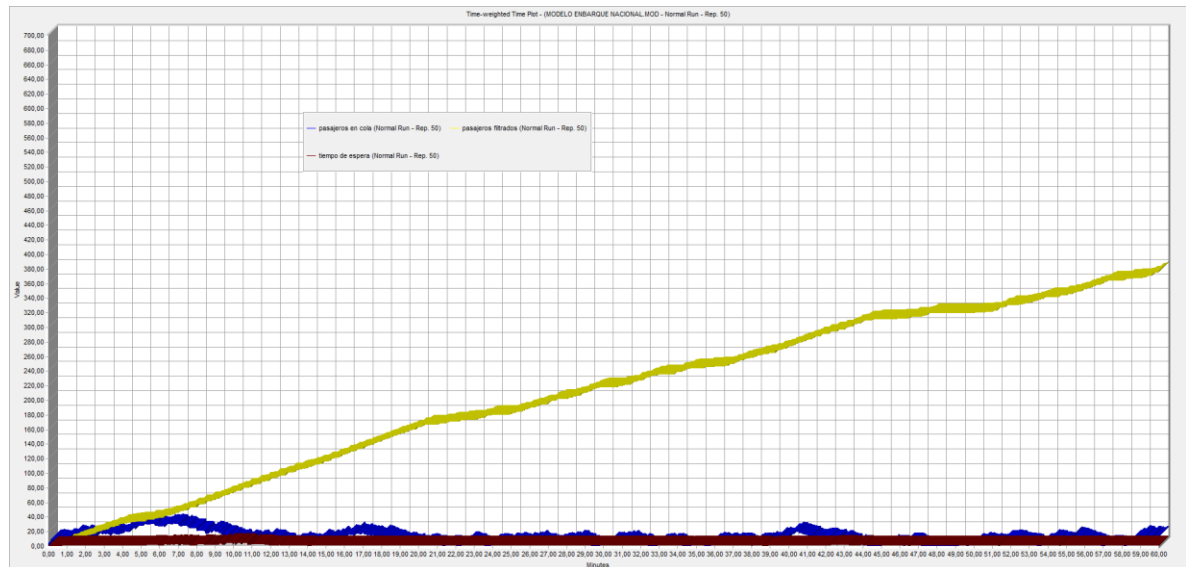
4.2.1 Diagnostico de los tiempos de espera en embarque nacional.

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de ejecutar el modelo de simulación de Embarque nacional en el cual se simularon 50 corridas, el número de pasajeros procesados corresponde a los que las aerolíneas transportan en la hora pico, específicamente los vuelos nacionales que procesa Copa, Avianca y LAN. Estos vuelos en promedio transportan 580 pasajeros.

Para analizar el comportamiento del sistema se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 32.

El comportamiento de la variable tiempo de espera tiene una tendencia lineal, la cual tiene unas pequeñas variaciones debido a la variabilidad de arribos de pasajeros al sistema, su máximo valor de 4,08 minutos es alcanzado alrededor de los 10 minutos el cual se da por la cantidad de pasajeros en cola de un máximo de 34 pasajeros para este instante de tiempo. Basado en la anterior información se puede concluir que esta replica el sistema cumple a cabalidad con el estándar, puesto que, es capaz de suplir la demanda con un tiempo máximo de espera de 4,08 minutos muy por debajo del establecido.

Figura 32. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso embarque nacional.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel. (Series en amarillo, azul y rojo para: Pasajeros filtrados, No. de pasajeros en cola de espera y Tiempo de espera, respectivamente).

A continuación se muestran los resultados que género la salida de Promodel con respecto a las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros filtrados en el proceso de embarque nacional. Ver tabla 24.

Tabla 24. Valor máximo, mínimo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros filtrados en el proceso de embarque nacional.

MODELO ENBARQUE NACIONAL (1).MOD (Normal Run - Avg. Reps)			
Name	Minimum Value	Maximum Value	Avg Value
pasajeros en cola	0,00	33,38	7,96
pasajeros filtrados	0,00	624,48	345,06
tiempo de espera	0,00	4,02	0,95

Fuente: Elaboración propia suministrada por el reporte de Promodel.

Como se puede observar el tiempo de espera en cola en filtros de seguridad del proceso embarque nacional se encuentra entre el rango de tiempo establecido para el nivel de servicio C en la línea guía de seguridad, puesto que, según las lineaciones de IATA el tiempo de espera en cola debe estar entre el rango de 0 a 7 minutos como máximo, en este proceso un pasajero espera en promedio 0.95 minutos y un máximo tiempo de espera de 4.02 minutos, por cual, cumple con el estándar de tiempo exigido y se puede decir que si se presentan retrasos estos se consideran como aceptables.

Para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros se considera que el número de pasajeros en cola no debe exceder constantemente la capacidad de la cola, puesto que, si esto ocurre los pasajeros se verían obligados a aglomerarse, tomando espacios pertenecientes a otras aerolíneas y crear congestión en áreas destinadas para el flujo de pasajeros. Según IATA un pasajero estándar toma 1.2 metros cuadrados de área de cola 1.2 de ancho de cola y 1 de largo.

La capacidad de la colas de filtros de seguridad aceptan un máximo de 18 pasajeros en cola y número máximo de pasajeros en cola para este proceso es de aproximadamente 34 pasajeros, por lo que se puede decir que el proceso de embarque nacional cumple con los requerimientos de espacio para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros.

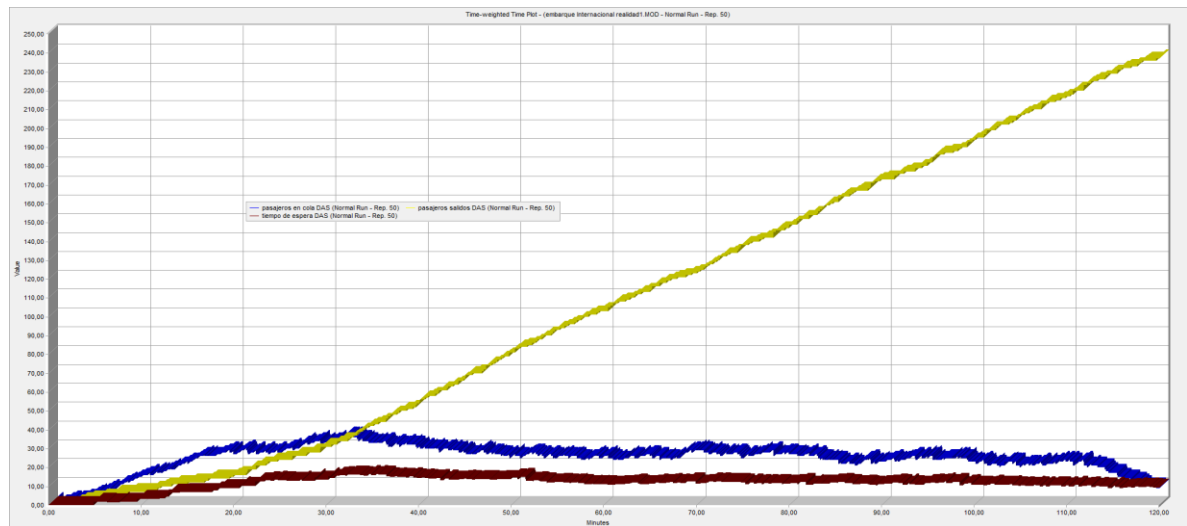
4.2.2 Diagnostico de los tiempos de espera en Embarque Internacional.

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de ejecutar el modelo de simulación de Embarque internacional en el cual se simularon 50 corridas, el número de pasajeros procesados corresponde a los que las aerolíneas que procesan vuelos internacionales transportan en la hora pico. Estos vuelos en promedio transportan 230 pasajeros.

Para responder al objeto de estudio este diagnostico se dividirá en dos partes para Emigración (DAS) y Filtros de seguridad. Para analizar el comportamiento

de las cola de control de pasaporte o DAS se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 33.

Figura 33. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros procesados por el DAS en el proceso embarque internacional.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel. (Series en amarillo, azul y rojo para: Pasajeros procesados por DAS, No. de pasajeros en cola de espera y Tiempo de espera, respectivamente).

El comportamiento de la variable de estudio tiempo de espera tiene una tendencia creciente durante los primeros 35 minutos instante en el cual alcanza un máximo de 18,60 minutos, debido a la gran afluencia de pasajeros al inicio del proceso. Alrededor de este instante de tiempo la cola de Emigración obtiene un máximo de 40 pasajeros y al cabo de dos horas se han logrado legalizar la salida del país de 249 pasajeros

Basado en la anterior información se puede concluir que el sistema no cumple a cabalidad con el estándar puesto que el tiempo de espera máximo estipulado es de 15 minutos y el tiempo de espera en Emigración actualmente es 18,60. Por tal motivo se puede concluir que no se cumple con el nivel C IATA estipulado para

dicha actividad. Es importante precisar que el sistema dispone de diez locaciones de Emigración, de las cuales solo están habilitadas cuatro para la atención de toda la demanda.

Tabla 25. Locaciones del proceso embarque internacional.

EMBARQUE INTERNACIONAL.MOD (Normal Run - Avg. Reps)							
Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
anfitrion	2,17	83,80	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
antinarcoicos1	2,17	36,45	0,00	63,55	0,00	0,00	0,00
antinarcoicos2	2,17	10,88	0,00	89,12	0,00	0,00	0,00
DAS1	2,17	97,28	0,00	2,72	0,00	0,00	0,00
DAS10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DAS2	2,17	96,77	0,00	3,23	0,00	0,00	0,00
DAS3	2,17	82,65	0,00	1,97	0,00	0,00	15,38
DAS4	2,17	74,79	0,00	2,14	0,00	0,00	23,07
DAS5	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
DAS6	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
DAS7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DAS8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DAS9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
filtro1	2,17	82,63	0,00	17,37	0,00	0,00	0,00
filtro2	2,17	75,01	0,00	24,99	0,00	0,00	0,00

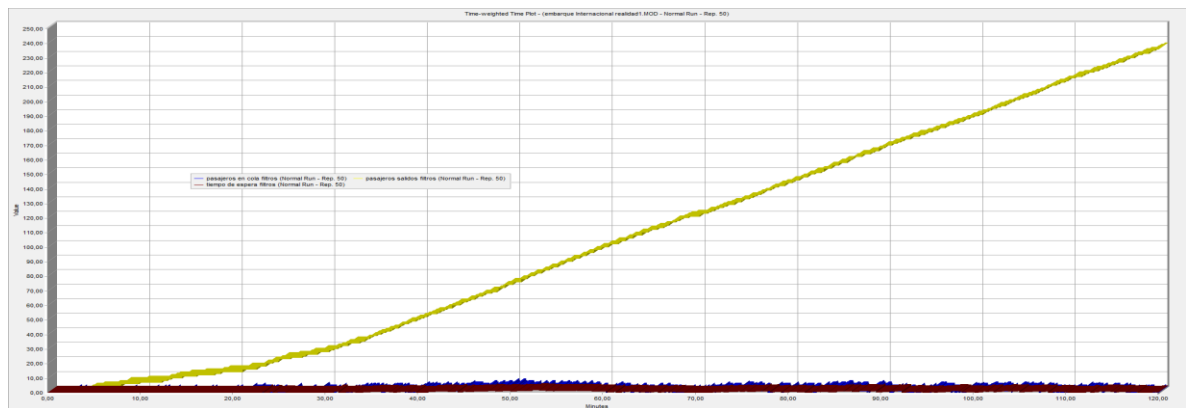
Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel

En la Tabla 25 se puede identificar que las cuatro locaciones de Emigración (DAS) operan a máxima capacidad (la locación DAS3 y DAS4 aparecen con menos porcentaje de operación por que se habilitan a los 20 y 30 minutos respectivamente después de iniciado el proceso) y no pueden responder a las necesidades del sistema de acuerdo al estándar IATA.

Para mejorar el sistema se deberán enfocar los esfuerzos en las actividades de Emigración, que actualmente no opera con las locaciones necesarias posiblemente para atender su demanda máxima y permitir el cumplimiento del nivel C IATA en tiempo de espera. Es importante recordar que al aumentar la capacidad de Emigración la tasa de llegada a filtros aumentaría afectando de esta forma su tiempo de espera.

Para analizar el comportamiento de las cola de control de pasaporte o DAS se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 34.

Figura 34. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros procesados por los filtros de seguridad en el proceso embarque internacional.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel.

El comportamiento de la variable tiempo de espera tiene una tendencia lineal durante todo el proceso, entre el minuto 50 y 60 de haber iniciado el proceso alcanza su máximo valor de 2,95 minutos, alrededor de instante de tiempo se encuentra la mayor ocupación de la cola con aproximadamente de 6 pasajeros.

Basado en la anterior información se puede concluir que en esta replica el sistema cumple a cabalidad con el estándar, puesto que el tiempo de espera máximo estipulado es de 7 minutos y el tiempo de espera en Filtros de seguridad actualmente es 2,95 minutos. Por tal motivo se puede concluir que se cumple con el nivel C IATA estipulado para dicha actividad.

A continuación se muestran los resultados que género la salida de Promodel con respecto a las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola, número de pasajeros en cola DAS y número de pasajeros en cola de filtros de seguridad en el proceso de embarque internacional. Ver tabla 26.

Tabla 26. Valor máximo, mínimo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola DAS, número de pasajeros en cola de filtros de seguridad y número de pasajeros filtrados en el proceso de embarque internacional.

EMBARQUE INTERNACIONAL.MOD (Normal Run - Avg. Reps)			
Name	Minimum Value	Maximum Value	Avg Value
pasajeros en cola DAS	0,00	40,12	25,53
pasajeros en cola filtros	0,00	5,18	0,90
pasajeros salidos DAS	0,00	248,64	113,74
pasajeros salidos filtros	0,00	248,64	110,56
tiempo de espera DAS	0,00	18,60	12,36
tiempo de espera filtros	0,00	1,92	0,39

Fuente: Elaboración propia suministrada por el reporte de Promodel.

Como se puede observar el tiempo de espera en cola en filtros de seguridad del proceso embarque internacional se encuentra entre el rango de tiempo establecido para el nivel de servicio C en la línea guía de seguridad, puesto que, según las lineaciones de IATA el tiempo de espera en cola debe estar entre el rango de 0 a 7 minutos como máximo, en este proceso un pasajero espera en promedio 0.39 minutos y un máximo tiempo de espera de 1.92 minutos, por cual, cumple con el estándar de tiempo exigido y se puede decir que si se presentan retrasos estos se consideran como aceptables.

El tiempo de espera en cola en DAS del proceso embarque internacional se encuentra entre el rango de tiempo establecido para el nivel de servicio C en la línea guía control de pasaporte, puesto que, según las lineaciones de IATA el tiempo de espera en cola debe estar entre el rango de 0 a 15 minutos como máximo, en este proceso un pasajero espera en promedio 12,36 minutos y un máximo tiempo de espera de 18,6 minutos, por cual, no cumple con el estándar de tiempo exigido.

Para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros se considera que el número de pasajeros en cola no debe exceder constantemente la capacidad de la cola, puesto que, si esto ocurre los pasajeros se verían obligados a aglomerarse, tomando espacios pertenecientes a otras aerolíneas y crear congestión en áreas destinadas para el flujo de pasajeros. Según IATA un pasajero estándar toma 1.2 metros cuadrados de área de cola 1.2 de ancho de cola y 1 de largo.

La capacidad de la cola de filtros de seguridad acepta un máximo de 18 pasajeros en cola y el número máximo de pasajeros en cola para este proceso es de aproximadamente 6 pasajeros, por lo que se puede decir que el sub proceso de filtros de seguridad en embarque internacional cumple con los requerimientos de espacio para garantizar el flujo estable y la comodidad de los pasajeros.

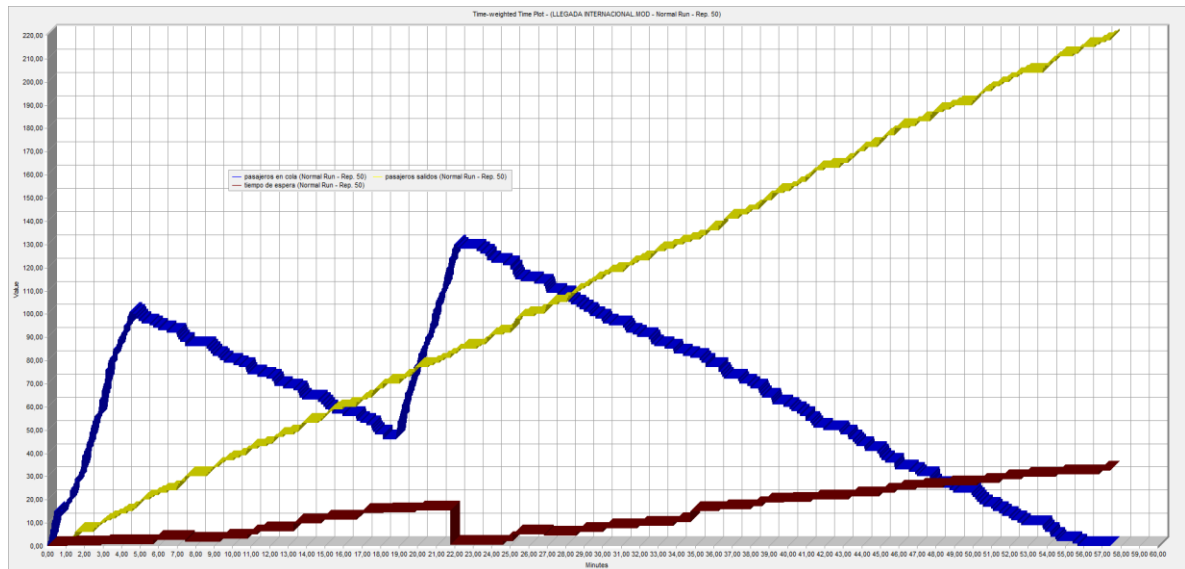
La capacidad de la cola de control de pasaporte aceptan un máximo de 71 pasajeros en cola y el número máximo de pasajeros en cola para este proceso es de aproximadamente 41 pasajeros, por lo que se puede decir que el sub proceso de control de pasaporte en embarque internacional cumple con los requerimientos de espacio para garantizar el flujo estable y la comodidad de los pasajeros.

4.3 DIAGNOSTICO DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DE EL PROCESO DE LLEGADA DE PASAJEROS.

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de ejecutar el modelo de simulación de llegada internacional en el cual se simularon 50 corridas, el número de pasajeros procesados corresponde a los que las aerolínea que procesan vuelos internacionales transporta en la hora pico.

Para analizar el comportamiento de las cola de control de pasaporte o DAS en el proceso de llegada internacional se tomo una de las corridas de simulación que da lugar al siguiente grafico. Ver figura 35.

Figura 35. Grafico valor vs tiempo de simulación de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros procesados por el DAS en el proceso llegada internacional.



Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel. (Series en amarillo, azul y rojo para: Pasajeros salidos, No. de pasajeros en cola y Tiempo de espera, respectivamente)

El comportamiento de la variable tiempo de espera tiene tendencia creciente durante los primeros 22 minutos, luego disminuye significativamente aproximadamente durante los 3 minutos próximos, seguidamente comienza a crecer alcanzado un tiempo de espera máximo de alrededor de los 32 minutos.

Todo este comportamiento se debe a la forma como arriban los pasajeros a este proceso en un primer instante arriban 122 pasajeros procedentes del vuelo de la Aerolínea Spirit con origen en Fort Lauderdale y aproximadamente 19 minutos más tarde arriba 97 pasajeros del vuelo de la Aerolínea Copa con origen en Panamá, en este instante de tiempo en sala aun se encuentran 46 pasajeros de Spirit por lo cual crece significativamente la cola hasta alcanzar su máximo de 130

pasajeros. Este proceso demora 58 minutos para atender su demanda máxima de 219 pasajeros.

Teniendo en cuenta que el estándar determinado por la IATA establece un tiempo máximo de espera de 10 minutos en hora de demanda máxima, en comparación con la información anterior donde se logra evidenciar un tiempo de espera máximo de 32 minutos, se puede concluir que el sistema no cumple con el estándar del nivel C IATA. Ver tabla 27.

Tabla 27. Valor máximo, mínimo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros filtrados en el proceso de llegada internacional.

LLEGADA INTERNACIONAL.MOD (Normal Run - Avg. Reps)						
Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
tiempo de espera	36,48	1,52	0,00	31,66	31,65	13,30
pasajeros en cola	438,00	0,12	0,00	129,32	0,00	65,82
pasajeros salidos	219,00	0,26	0,00	219,00	219,00	107,59

Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel.

Es importante precisar que el sistema dispone de ocho locaciones de Inmigración, de las cuales solo están habilitadas seis para la atención de toda la demanda. En la Tabla 28 se puede identificar que las seis locaciones de Inmigración (DAS) operan a máxima capacidad y no pueden responder a las necesidades del sistema de acuerdo al estándar IATA.

Tabla 28. Porcentajes de operación de las locaciones del proceso llegada internacional.

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
DAS1	0,94	97,88	0,00	2,12	0,00	0,00	0,00
DAS2	0,94	97,80	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00
DAS3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DAS4	0,94	97,69	0,00	2,31	0,00	0,00	0,00
DAS5	0,94	97,28	0,00	2,72	0,00	0,00	0,00
DAS6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DAS7	0,94	97,67	0,00	2,33	0,00	0,00	0,00
DAS8	0,94	97,72	0,00	2,28	0,00	0,00	0,00
PUNTO DE ARRIBO	0,94	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia suministra por el reporte de Promodel.

Para mejorar el sistema se deberán enfocar los esfuerzos en las actividades de Inmigración que actualmente no opera con las locaciones necesarias posiblemente para atender su demanda máxima y permitir el cumplimiento del nivel C IATA en tiempo de espera.

Para garantizar el flujo estable y la comodidad de pasajeros se considera que el número de pasajeros en cola no debe exceder constantemente la capacidad de la cola, puesto que, si esto ocurre los pasajeros se verían obligados a aglomerarse, tomando espacios pertenecientes a otras aerolíneas y crear congestión en áreas destinadas para el flujo de pasajeros. Según IATA un pasajero estándar toma 1.2 metros cuadrados de área de cola 1.2 de ancho de cola y 1 de largo.

La capacidad de la cola de control de pasaporte o DAS, acepta un máximo de 308 pasajeros en cola y el promedio de pasajeros en cola para este proceso es de aproximadamente 66 pasajeros y el número máximo de pasajeros en cola es 130 pasajeros aproximadamente, por lo que se puede decir que el sub proceso de control de pasaporte en llegada internacional cumple con los requerimientos de espacio para garantizar el flujo estable y la comodidad de los pasajeros.

CAPITULO 5: DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE ACCIONES DE MEJORA.

5.1 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS PROBADOS EN EL MODELO

Los escenarios que se plantean a continuación fueron diseñados buscando el cumplimiento del estándar del servicio nivel C establecido por la IATA y exigido por la Aeronáutica Civil Colombiana. Ver Tabla 17.

Como se logro evidenciar en el Capitulo 4, los procesos que logran cumplir con el estándar en Facturación son: Avianca y LAN, este último en instante opera al máximo y podría tener dificultades si llegara atender vuelos simultáneos o que demanden mayor capacidad. En lo relacionado al proceso de Embarque los procesos que logran cumplir con el estándar son: Embarque nacional, y Embarque internacional solo en filtros.

Hay que recordar que uno de los objetivos implícitos de este estudio es servirle de base a SACSA para su plan de ampliación y remodelación del AIRN en base la capacidad futura que deben de manejar para a afrontar la demanda máxima de pasajeros. Por tal motivo los diferentes escenarios se basan en los tiempos de operaciones actuales de cada una de las actividades de los diferentes procesos, balanceando su capacidad para lograr cumplir con el estándar de nivel C de servicio.

Para lograr este objetivo se va requerir concentrar esfuerzos en los procesos de Facturación Copa, Facturación Spirit, Facturación Desacol, Embarque Internacional y Llegada Internacional.

Los modelos de simulación de mejora de los procesos de facturación, embarque y llegada, se encuentran disponibles en el Anexo Mejoras en el CD adjunto al trabajo.

5.2 RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS DE MEJORA

5.2.1 Escenario modelo facturación COPA.

Para llegar a atender con un tiempo de espera máximo de 30 minutos, requerido por el nivel C de servicio establecido por la IATA es necesario:

- ❖ Un puesto de anfitrión (actual)
- ❖ Un puesto de exención de impuestos (actual), dentro del área de facturación propia del proceso. (Ver anexo B Modelo conceptual de Mejora Facturación Copa).
- ❖ Un puesto registro policía (actual)
- ❖ Un puesto de venta de tarjeta turística (actual), mantener suficiente dinero para el cambio de moneda.
- ❖ Seis puesto de Counter (actualmente solo operan 4)

Tabla 29. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Copa mejorado.

MODELO DE MEJORA FACTURACION COPA.MOD (Normal Run - Avg. Reps)		
Name	Maximum Value	Avg Value
tiempo de espera	16,66	3,72
pasajeros en cola	48,18	15,69
pasajeros facturados	226,48	142,72
tiempo de espera cola ejecutiva	3,68	0,08

Fuente: Elaboracion propia suministrada por reporte de promodel.

Como se puede observar se ha logrado un tiempo máximo de 16,66 minutos en espera económica, en cola ejecutiva de 3,68 minutos, dando cumplimiento a cabalidad con los estándares de tiempo de espera para las diferentes colas de acuerdo al estándar IATA. Así mismo se ha logrado disminuir la cantidad de pasajeros en cola de 89 a 48 pasajeros con lo cual daría cumplimiento al estándar en lo relacionado al confort.

5.2.2 Escenario modelo facturación Spirit.

Para llegar a atender con un tiempo de espera máximo de 30 minutos, requerido por el nivel C de servicio establecido por la IATA es necesario:

- ❖ Un puesto de exención de impuestos (actual), dentro del área de facturación propia del proceso, no al inicio. (Ver anexo C Modelo conceptual de Mejora Facturación Spirit).
- ❖ Un puesto pago de tasa (actual)
- ❖ Seis puesto de Counter (actualmente solo operan 4)
- ❖ Realizar la configuración recomendada por la IATA para nivel C de servicio para evitar la pérdida excesiva de espacios.

Tabla 30. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Spirit mejorado.

MODELO DE MEJORA SPIRIT.MOD (Normal Run - Avg. Reps)		
Name	Maximum Value	Avg Value
tiempo de espera	25,17	11,11
pasajeros en cola	59,52	27,98
pasajeros facturados	123,38	59,13

Fuente: Elaboracion propia suministrada por reporte de promodel.

Como se puede observar se ha logrado un tiempo máximo de 25,17 minutos en espera económica, dando cumplimiento a cabalidad con los estándares de tiempo de espera para las diferentes colas de acuerdo al estándar IATA; también se ha logrado disminuir la cantidad de pasajeros en cola de 78 a 60 pasajeros dentro del sistema, logrando cumplir con los requerimientos.

5.2.3 Escenario modelo facturación Desacol.

Para llegar al tiempo de espera máximo de 30 minutos, requerido por el nivel C de servicio establecido por la IATA es necesario:

- ❖ Tres puesto de Counter (actualmente solo operan 2)

Tabla 31. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros facturados en el proceso de facturación Charter mejorado.

FACTURACIÓN CHATER.MOD (Normal Run - Avg. Reps)		
Name	Maximum Value	Avg Value
tiempo de espera	24,42	11,10
pasajeros en cola	30,16	13,70
pasajeros facturados	99,70	50,34

Fuente: Elaboracion propia suministrada por reporte de promodel.

Como se puede observar se ha logrado un tiempo máximo de 24,42 minutos en espera económica, dando cumplimiento a cabalidad con los estándares de tiempo de espera para las diferentes colas de acuerdo al estándar IATA.

Se ha logrado disminuir la cantidad de pasajeros en cola de 38 a 30 pasajeros.

5.2.4 Escenario modelo embarque internacional.

Para llegar a atender con un tiempo de espera máximo de 15 minutos en la actividad de Emigración, requerido por el nivel C de servicio establecido por la IATA es necesario:

- ❖ Al inicio del proceso deben estar habilitadas 3 locaciones de Emigración DAS y por muy tarde a los 30 minutos debe habilitarse la cuarta locación.

Tabla 32. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola en DAS y filtros y número de pasajeros registrados y filtrados en el proceso de Embarque Internacional mejorado.

MODELO DE MEJORA ENBARQUE INTERNACIONAL.MOD (Normal Run - Avg. Reps)		
Name	Maximum Value	Avg Value
tiempo de espera DAS	13,16	7,73
pasajeros salidos filtros	251,16	116,32
tiempo de espera filtros	1,87	0,40
pasajeros en cola DAS	29,04	16,31
pasajeros en cola filtros	5,14	0,93
pasajeros salidos DAS	251,16	119,64

Fuente: Elaboracion propia suministrada por reporte de promodel.

Como se puede observar se ha logrado un tiempo máximo de 13,16 minutos en espera en DAS, sin perjudicar el tiempo de espera en filtros, dando cumplimiento a cabalidad con los estándares de tiempo de espera para las diferentes colas de acuerdo al estándar IATA. Se ha logrado disminuir la cantidad de pasajeros en cola de 40 a 29 pasajeros.

5.2.5 Escenario modelo Llegada Internacional.

Para llegar a atender con un tiempo de espera máximo de 15 minutos en la actividad de Inmigración, requerido por el nivel C de servicio establecido por la IATA es necesario:

- ❖ Al inicio del proceso deben estar habilitadas 13 locaciones de Inmigración DAS.

Tabla 33. Valor máximo y promedio de las variables tiempo de espera, número de pasajeros en cola y número de pasajeros registrados en el proceso de Llegada Internacional mejorado.

MODELO DE MEJORA LLEGADA INTERNACIONAL.MOD (Normal Run - Avg. ...		
Name	Maximum Value	Avg Value
tiempo de espera	9,73	4,85
pasajeros en cola	84,78	29,51
pasajeros salidos	219,00	108,83

Como se puede observar se ha logrado un tiempo máximo de 9,73 minutos en espera en DAS, dando cumplimiento a cabalidad con los estándares de tiempo de espera para las diferentes colas de acuerdo al estándar IATA.

Se ha logrado disminuir la cantidad de pasajeros en cola de 129 a 84 pasajeros.

CAPITULO 6. PLAN DE ACCIÓN DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE FACTURACIÓN, EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS.

6.1 OBJETIVO DEL PLAN DE ACCIÓN

Encontradas las opciones de mejora que permiten que el sistema cumpla con los requerimientos definidos por el nivel de servicio C recomendado por la asociación internacional de transporte aéreo “IATA”, las cuales fueron expuestas en el capítulo anterior, procedemos a elaborar el plan de acción que permita implementar estas mejoras establecidas produciendo el mayor impacto posible.

El objetivo del plan de acción es proponer la secuencia de ejecución de las acciones de mejoras, de tal forma, que permitan convertir a los procesos que no cumplen con el estándar requerido, en procesos que cumplan, priorizándolos de mayor a menor grado de insatisfacción.

6.2. PLAN DE ACCIÓN

El proceso en que se encontraron mayores inconvenientes fue el proceso de Llegada internacional, por lo cual se comenzó a proponer los cambios para este proceso principalmente; luego se tomaron los procesos de facturación COPA, Spirit, y Desacol. Y por último el proceso de embarque internacional, específicamente en el subproceso de control de pasaporte.

A continuación se muestra la tabla 34 que indica el plan de acción para cumplir con el nivel de servicio C IATA.

Tabla 34. Plan de acción de mejoras de los procesos de facturación, embarque y llegada de pasajeros.

PLAN DE ACCION DE MEJORAS					
Jerarquía Nº	Acciones de mejora	Actividades	Responsable	Tiempo	Recursos necesarios
1	Disminuir los tiempos de espera en cola en el proceso de llegada internacional.	A) Al inicio del proceso deben estar habilitadas 13 locaciones de Inmigración DAS.	SACSA DAS	Acordar entre las partes	13 operadores de servicio
2	Disminuir los tiempos de espera en cola en el proceso de Facturación COPA	A) Habilitar Seis puesto de Counter copa	Aerolínea COPA. SACSA	Acordar entre las partes	2 operadores de servicio adicional
	Disminuir el flujo de pasajeros fuera del área de facturación COPA.	B) Habilitar Un puesto de exención de impuestos dentro del área de facturación propia del proceso.	Aerolínea COPA. SACSA	Acordar entre las partes	2 operadores de servicio adicional

3	Disminuir los tiempos de espera en cola en el proceso de facturación Spirit.	A) Habilitar Seis puesto de Counter Spirit	Aerolínea Spirit.	Acordar entre las partes	2 operadores de servicio adicional
			SACSA		
	Aumentar los espacios utilizados para la facturación.	B) Realizar la configuración recomendada por la IATA para nivel C de servicio.	Aerolínea Spirit.	Acordar entre las partes	1 analista de estándares IATA
			SACSA		
	Disminuir el flujo de pasajeros fuera del área de facturación.	C)Habilitar un puesto de exención de impuestos dentro del área de facturación propia del proceso, no al inicio.	Aerolínea Spirit.	Acordar entre las partes	1 analista de estándares IATA
			SACSA		
4	Disminuir los tiempos de espera en cola en el proceso de facturación Desacol.	A) Habilitar tres puesto de Counter Desacol.	Aerolínea Desacol.	Acordar entre las partes	1 operador de servicio adicional
			SACSA		
5	Disminuir los tiempos de espera en cola en el proceso de embarque internacional.	A) Al inicio del proceso deben estar habilitadas 3 locaciones de Emigración DAS y por muy tarde a los 30 minutos debe habilitarse la cuarta locación.	DAS	Acordar entre las partes	4 operadores de servicio
			SACSA		

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los espacios en zona de counter nacional no son suficientes en su totalidad para atender la demanda en hora pico. Las aerolíneas que se ven más afectadas son COPA, Desacol y SPIRIT, mientras que Avianca y LAN tienen los espacios apenas justos para atender la demanda de pasajeros.

El proceso de embarque nacional cumple con los estándares de tiempo y espacios recomendados por el nivel de servicio C IATA, sin embargo, cabe anotar que los instantes de mayor congestión un pasajero espera en cola hasta cuatro minutos para ser atendido, siendo cinco minutos el máximo aceptable; y el número de pasajeros en cola alcanza los 34 pasajeros, lo cual deja muy poca holgura teniendo en cuenta que la capacidad de la zona es de 35 pasajeros. Se recomienda que SACSA considere la forma de operar de la sala de embarque internacional con un protocolo similar al de embarque nacional, en la cual siempre hay personal disponible para la atención de pasajeros, por lo menos una locación activa una hora antes de iniciado el proceso, con motivo de evitar aglomeraciones de pasajeros que origine la saturación del sistema y decremento del confort.

La zona de llegada internacional cumple con la capacidad en espacio requerida para la atención de la demanda máxima de pasajeros en hora pico.

Es clave precisar que la insuficiencia de espacios se presenta cuando el AIRN se ve sometido a su exigencia máxima debido a la llegada y salida de vuelos múltiples programados por las diferentes aerolíneas en operación.

Los procesos de facturación Spirit y COPA, tienen un problema similar con el puesto de exención de impuestos, en Spirit esta locación se encuentra al inicio de la zona de facturación, provocando que la cola se prolongue hasta ocupar espacios que están fuera de la zona de facturación y en COPA esta locación se

encuentra fuera de la zona de facturación ocupando espacio destinado para el flujo de pasajeros. Se recomienda colocar el puesto de exención de impuestos dentro de la zona de facturación en ambas aerolíneas de tal manera que la cola no afecte otras zonas.

Se observó que al aumentar la capacidad de los procesos que no cumplen con el estándar, se disminuye el tiempo de espera en cola y el número de pasajeros en cola cumpliendo con estándar establecido para cada proceso, sin embargo si las líneas de espera no tienen las configuraciones adecuadas pueden formarse problemas de flujo entre las aerolíneas. Se recomienda aprovechar al máximo el espacio disponible y realizar la configuración de 1.2 metros cuadrados por pasajeros recomendada por la categoría de nivel de servicio C IATA.

En el caso de la aerolínea Spirit, se recomienda que realice la configuración de líneas guías con las dimensiones establecidas por la IATA lo cual le permitirá maximizar el espacio. De igual forma realizar una reestructuración del proceso uniendo la actividad de Exención de Impuestos con pago de tasa (Ver anexo C Modelo conceptual de Mejora Facturación Spirit), lo cual originará la disminución de la cola de entrada, confort de los pasajeros y obstrucción a otras áreas.

En lo relacionado a la aerolínea COPA, debe reorganizar su configuración de líneas de esperas, con el objeto de maximizar el espacio en el área de facturación. (Ver anexo B Modelo conceptual de Mejora Facturación Copa).

En lo referente a tiempos de espera se logró determinar qué:

1. Los procesos de facturación de las aerolíneas que operan en hora de demanda máxima que cumplen con los estándares de tiempos establecidos por la IATA y exigidos por la aeronáutica Civil Colombiana son: LAN y Avianca.
2. Los procesos de facturación de las aerolíneas que operan en hora de demanda máxima que no cumplen con los estándares de tiempos

establecidos por la IATA y exigidos por la aeronáutica Civil Colombiana son: Copa y Spirit. Para lograr dicho cumplimiento se recomienda implementar el plan de acción respectivo.

3. El proceso de Embarque Nacional puede satisfacerla demanda máxima, logrando cumplir con los estándares de tiempos establecidos por la IATA y exigidos por la aeronáutica Civil Colombiana.
4. El proceso de Embarque Internacional puede satisfacerla demanda máxima, logrando cumplir con los estándares de tiempos establecidos por la IATA y exigidos por la aeronáutica Civil Colombiana para la actividad de Filtro de Seguridad. En lo referente a Emigración se recomienda la aplicación de la acción de mejora la cual solo dispone de la activación de nuevas locaciones en pequeños instantes de tiempos. (Ver Anexo Modelo de mejora Embarque Internacional en la carpeta de Mejoras del CD adjunto al trabajo).
5. El proceso de Llegada Internacional no puede satisfacerla demanda máxima en base a los estándares de tiempos establecidos por la IATA y exigidos por la aeronáutica Civil Colombiana, para lograr cumplir con estos estándar se recomienda la aplicación de las acciones de mejoras estipuladas en el plan de acción. (Ver Anexo Modelo de mejora Llegada Internacional en la carpeta de Mejoras del CD adjunto al trabajo).
6. Los procesos de facturación Avianca y LAN logran satisfacer la demanda máxima de pasajeros cumpliendo a cabalidad con los estándares de tiempos establecidos por la IATA, en especial Avianca, cumpliendo a su máxima capacidad operativa y sin holgura se encuentra LAN.

BIBLIOGRAFIA

BANK, Jerry et al. Discrete-Event System Simulation. 4 ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. 622 p. ISBN 978-01-36062-127.

BLANCO, Luis y FAGARDO, Iván. Simulación con Promodel. Casos de producción y logística. 2 ed. Bogotá D.C.: Escuela colombiana de ingeniería, 2003. 256 p. (colección de desarrollo empresarial). ISBN 958-80-6035-4.

CASTILLA, José y ROMERO, Carlos. Análisis de los procesos de cola de embarque y desembarque de pasajeros en el aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena y simulación de escenarios. Proyecto de grado ingeniería industrial. Cartagena de indias D.T. y C. Universidad tecnológica de Bolívar. Facultada de ingeniería. 2007. 170 p.

GARCÍA PÉREZ, José Antonio. Proceso de facturación del Terminal B Principal del Aeropuerto de Barcelona. Aplicación práctica sobre Witness. Tesis de maestría. Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya. 2007. 66p.

GARRIDO ESTRADA, Ester. Simulación del proceso de llegadas al Terminal B Principal del aeropuerto de Barcelona mediante el software Witness. Trabajo de grado ing. Técnica Aeronáutica. Universidad Politécnica de Catalunya. 2007. 71p.

GONZÁLEZ GARCÉS, Jana. Proceso de facturación del Terminal A Principal del Aeropuerto de Barcelona. Aplicación práctica sobre Witness. Trabajo de grado ing. Técnica Aeronáutica. Universidad Politécnica de Catalunya. 2008. 72 p.

TAHA, hamdy A. Investigación de operaciones. Traducido por Virgilio González Pozo. 7 ed. México D, F.: Prentice Hall. 2004. 830 p. ISBN 970-26-0498-2

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto et al. Metodología de la investigación. 5 ed. 2010. México D, F.: McGraw Hill Interamericana. 613 p. ISBN 978 -60-715029-19.

HILLIER, Frederick S. y LIEBERMAN, Gerald J. Introducción a la investigación de operaciones. 8 ed. Mexico D, F.: McGraw Hill. 2006. 1032 p. ISBN: 970-10-5621-3.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION. Airport Development Reference Manual, 9 Ed.: New York. IATA. 2004. 303 p. ISBN 929-03-5729-0.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Referencias bibliográficas, contenido, forma y escritura. NTC -5613. Bogotá D.C.: El Instituto. 2008. 38 p.

SIERRA, Daniel. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones. 4 ed.: España. Ediciones Gestión 2000. 2002. 172 p. ISBN 848-08-8940-3.

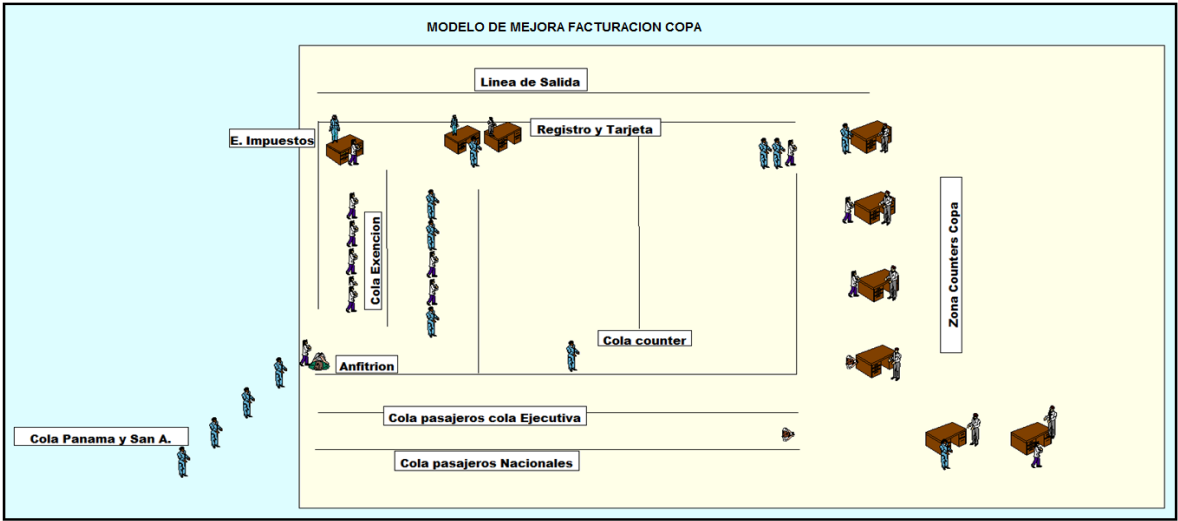
MONTGOMERY, Douglas C y RUNGER, George C. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. 2 ed. México D, F.: Limusa Wiley. 2010. 948 P. ISBN 968-18-5915-4

ANEXOS

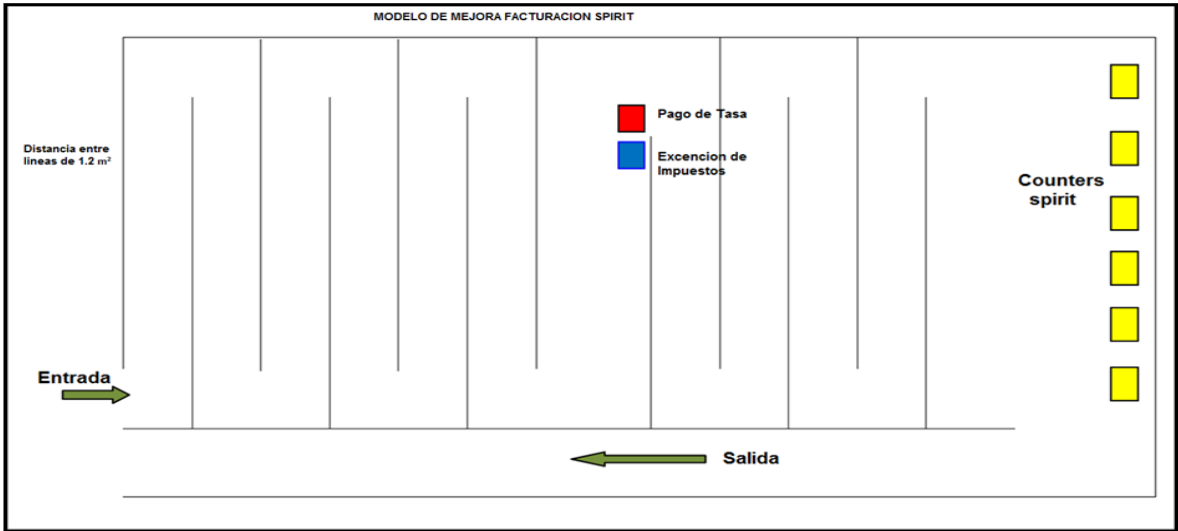
ANEXO A. FORMATO RECOLECCION DE DATOS.

[illegible]

ANEXO B. MODELO CONCEPTUAL DE MEJORA FACTURACIÓN COPA.



ANEXO C. MODELO CONCEPTUAL DE MEJORA FACTURACIÓN SPIRIT.



ANEXO D. PARAMETROS DE LOS PROCESOS DE FACTURACION
EMBARQUE Y LLEGADA DE PASAJEROS.

FACTURACION	COPA	TIEMPOS ENTRE ARRIBOS PASAJERO PANAMA	EXPONENCIAL CON MEDIA 1,5 MINUTOS
		TIEMPOS ENTRE ARRIBOS PASAJERO SAN ANDRES	NORMAL CON MEDIA 1,35 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,48 MINUTOS
		TIEMPOS ENTRE ARRIBOS PASAJERO EJECUTIVO	EXPONENCIAL CON MEDIA 6 MINUTOS
		TIEMPOS ENTRE ARRIBOS PASAJERO NACIONAL	NORMAL CON MEDIA 2,3 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,8 MINUTOS
		PASAJEROS POR ARRIBO PASAJERO SAN ANDRES	17,65% ----- 1 PASAJEROS 41,18% -----2 PASAJEROS 41,17% -----3 PASAJEROS
		PASAJEROS POR ARRIBO PASAJERO EJECUTIVO	80 % ----- 1 PASAJEROS 15 % -----2 PASAJEROS 5 % ----- 3 PASAJEROS
		PASAJEROS POR ARRIBO PASAJERO PANAMA	9,76% ----- 1 PASAJEROS 43,9% -----2 PASAJEROS 46,34%-----3 PASAJEROS
		PASAJEROS POR ARRIBO PASAJERO NACIONAL	80 % ----- 1 PASAJEROS 15 % -----2 PASAJEROS 5 % ----- 3 PASAJEROS
		TIEMPO DE OPERACIÓN ANFITRION PANAMA	LOGNORMAL CON MEDIA 0,33 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,14 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN EXENCION DE IMPUESTOS	LOGNORMAL CON MEDIA 0,58 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,33 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN REGISTRO DE POLICIA ANDRES	NORMAL CON MEDIA 0,52 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,17 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN PAGO DE TARJETA TURISTICA	NORMAL CON MEDIA 0,4 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,22 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN COUNTER PANAMA	NORMAL CON MEDIA 2,7 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 1,7 MINUTOS
		TIEMPOS DE OPERACIÓN COUNTER SAN ANDRES Y NACIONAL	NORMAL CON MEDIA 1,48 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,7 MINUTOS

FACTURACION	AVIANCA	TIEMPO ENTRE ARRIBOS	EXPONENCIAL CON MEDIA 0,24 MINUTOS
		PASAJEROS POR ARRIBO	1 PASAJERO
		TIEMPO DE OPERACIÓN COUNTER	NORMAL CON MEDIA 1,66 MINUTOS Y DESVIACION 0,53 MINUTOS

FACTURACION	DESACOL	TIEMPO ENTRE ARRIBOS	26 MINUTOS
		PASAJEROS POR ARRIBO	30 PASAJEROS
		TIEMPO DE OPERACIÓN COUNTER	NORMAL CON MEDIA 2.42 MINUTOS Y DESVIACION 0,8 MINUTOS
FACTURACION	LAN	TIEMPO ENTRE ARRIBOS	NORMAL CON MEDIA 1.32 MINUTOS Y DESVIACION 0.66 MINUTOS
		PASAJEROS POR ARRIBO	47.5 % -----1 PASAJERO 35 % -----2 PASAJEROS 10 % -----3 PASAJEROS 7.5 % -----4 PASAJEROS
		TIEMPO DE OPERACIÓN COUNTER	NORMAL CON MEDIA 1.69 MINUTOS Y DESVIACION 0.453 MINUTOS
EMBARQUE	NACIONAL	TIEMPO ENTRE ARRIBOS NACIONAL	LOGNORMAL CON MEDIA 0,61MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,56 MINUTOS
		TIEMPO ENTRE ARRIBOS SAN ANDRES	LOGNORMAL CON MEDIA 0,42 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,38MINUTOS
		PASAJEROS POR ARRIBO	40% -----1 PASAJERO 30% -----2 PASAJEROS 18% -----3 PASAJEROS 6% ----- 4 PASAJEROS 4% -----5 PASAJEROS 2% -----6 PASAJEROS
		TIEMPO DE OPERACIÓN ANFITRION SAN ANDRES	NORMAL CON MEDIA 0.15 MINUTOS Y DESVIACION 0.075 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN ANFITRION NACIONAL	NORMAL CON MEDIA 0.15 MINUTOS Y DESVIACION 0.075 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN FILTROS DE SEGURIDAD	NORMAL CON MEDIA 0.426MINUTOS Y DESVIACION 0.068 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN PONAL	LOGNORMAL CON MEDIA 0.95 MINUTOS Y DESVIACION 0.7 MINUTOS
LLEGADA	INTER NACIONAL	TIEMPO ENTRE ARRIBOS	EXPONENCIAL CON MEDIA 0,034 MINUTOS
		PASAJEROS POR ARRIBO	1 PASAJERO
		TIEMPO DE OPERACIÓN DAS	NORMAL CON MEDIA 1.5MINUTOS Y DESVIACION 0.45 MINUTOS

EMBARQUE	INTER NACIONAL	TIEMPO ENTRE ARRIBOS	LOGNORMAL CON MEDIA 0.42 MINUTOS Y DESVIACION ESTANDAR 0,4MINUTOS
		PASAJEROS POR ARRIBO	37.04% -----1 PASAJERO 33.33% -----2 PASAJEROS 18.52% -----3 PASAJEROS 7.51% ----- 4 PASAJEROS 3.7 % -----5 PASAJEROS
		TIEMPO DE OPERACIÓN ANFITRION	NORMAL CON MEDIA 0.44 MINUTOS Y DESVIACION 0.19 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN DAS	LOGNORMAL CON MEDIA 1.84 MINUTOS Y DESVIACION 0.93 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN FILTROS DE SEGURIDAD	NORMAL CON MEDIA 0.826MINUTOS Y DESVIACION 0.068 MINUTOS
		TIEMPO DE OPERACIÓN ANTINARCOTIOS	LOGNORMAL CON MEDIA 0.25MINUTOS Y DESVIACION 0.12 MINUTOS